PRZEGLĄD ŁĄCZNOŚCI

MIESIĘCZNIK

WYDAWANY PRZEZ
SZEFOSTWO WOJSK ŁĄCZNOŚCI

STYCZEŃ *Nr 1*-8

WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ

WARSZAWA 1951

TREŚĆ

Str.

1. Rozgromienie wojsk faszystowskich pod Moskwą 3

WYSZKOLENIE

2. Płk E. SZMATOWICZ — O niektórych błędach nauczania w świetle doświadczeń I centralnego zlotu przodowników wyszkolenia wojsk łączności 11
3. Kpt. A. BRODOWSKI — Ogólne uwagi o metodyce szkolenia telegrafistów 15
4. Kpt. A. BRODOWSKI — Budowa linii polowo-tyczkowej 21
5. Kpt. B. STASZKIEWICZ — Szkolenie oficerów w budowie linii kablem ciężkim 31
6. M. G. — Konspekty zajęć 41

TECHNIKA

7. Sylwetki uczonych radzieckich i rosyjskich. Iwan Filipowicz Usagin 50
8. Ppłk K. ŻÓRNIAK — Obliczanie danych technicznych słupów linii stałych 52
9. Ppłk E. HOŁYŃSKI — Własności elektryczne akumulatorów zasadowych 64
10. Mgr inż. Z. MULTAN — Atomy i cząsteczki 92

RÓŻNE

11. Sylwetki przodowników wyszkolenia 103

PRZEGLĄD ŁĄCZNOŚCI

MIESIĘCZNIK

WYDAWANY PRZEZ
SZEFOSTWO WOJSK ŁĄCZNOŚCI

STYCZEŃ *Nr 1*

WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ

WARSZAWA 1951

REDAGUJE KOMITET REDAKCYJNY

Adres Redakcji i Administracji »Przeglądu Łączności«
Warszawa 1, ul. Królewska 1

Konto czekowe: Przegląd Łączności, PKO Warszawa, nr I-4489
Cena pojedynczego zeszytu wraz z przesyłką wynosi miesięcznie 5 zł
w prenumeracie opłaconej z góry.

Drukarnia Wyd. MON w Łodzi
B-96

D-2-12430

ROZGROMIENIE WOJSK FASZYSTOWSKICH POD MOSKWĄ

W bitwach Wielkiej Wojny Narodowej hartowały się i krzepły wojska łączności Armii Radzieckiej. Szybko opanowały one zasady prowadzenia nowoczesnej wojny, umiejętnie stosowały w walce wszystkie rodzaje łączności, dawały przykłady bohaterstwa, godnie służyły swojej ojczyźnie. Radzieccy łącznościowcy bez zarzutu zabezpieczali dowodzenie wojskami Sił Zbrojnych ZSRR.

Armia Radziecka pod naczelnym dowództwem Generalissimusa Stalina stosowała taktykę aktywnej obrony, która miała na celu wyczerpywanie sił nieprzyjaciela, maksymalne zniszczenie jego sił żywych i sprzętu technicznego oraz przygotowanie warunków umożliwiających przejście do natarcia. Dowództwo hitlerowskie pewne „błyskawicznego" rozbicia ZSRR, szybkiego zdobycia Moskwy i Leningradu nie liczyło się z wielkimi stratami swojej armii w ludziach i sprzęcie, rzucając na front wciąż nowe odwody. W pierwszych czterech miesiącach wojny przeciw Związkowi Radzieckiemu faszyści stracili w zabitych, rannych i wziętych do niewoli 4,5 miliona ludzi. Plan „błyskawicznej" wojny zawiódł zupełnie. Zmusiło to ich do przejścia od natarcia na całym froncie do uderzeń na oddzielnych strategicznych kierunkach. Całą swoją uwagę i wysiłki wróg skoncentrował na Moskwie.

Aby zdobyć Moskwę, hitlerowcy skoncentrowali około 35 dywizji i 2 października 1941 r. rozpoczęli pierwsze „generalne" natarcie na stolicę. Nie licząc się ze stratami wściekle parli naprzód. Na kierunku rżewsko-wiaźmińskim i orłowsko-tulskim rozpoczęły się zaciekłe walki. Wróg chciał zdecydowanymi uderzeniami dwóch armii pancernych od północy i armii pancernej od południa wziąć Moskwę w wielkie kleszcze. Dwie armie powinny były rozczłonkować centrum radzieckiego frontu zachodniego, niszcząc po tym oddzielne izolowane od siebie ugrupowania.

W październiku 1941 roku za cenę olbrzymich strat hitlerowcy zdołali wedrzeć się na teren obwodu moskiewskiego. Wytworzyła się sytuacja najbardziej niebezpieczna w ciągu całej kampanii 1941 roku. Śmiertelne niebezpieczeństwo zawisło nad stolicą Związku Radzieckiego — Moskwą.

Wojska radzieckie stawiały wrogowi zacięty opór. Cofając się z linii na linię niszczyły one siły żywe i sprzęt techniczny nieprzy-

jaciela. W czasie walk na możajskiej linii obrony hitlerowcy stracili w większości swoich jednostek około 80 procent żołnierzy i nie byli już w stanie prowadzić dalej natarcia. Na północny zachód i na zachód od Moskwy natarcie nieprzyjaciela zostało zatrzymane na możajskiej linii obrony, a na południe rozbiło się o zdecydowany opór obrońców Tuły.

Generalissimus Stalin opracował i wprowadził w życie genialny plan obrony stolicy i zniszczenia niemieckich wojsk. Osobiście kierował obroną Moskwy, zagrzewał do walki żołnierzy, doglądał budowy umocnień obronnych na podejściach do radzieckiej stolicy. 19 października 1941 roku ogłoszono w Moskwie podpisane przez Stalina postanowienie Państwowego Komitetu Obrony o wprowadzeniu w mieście stanu oblężenia. Państwowy Komitet Obrony wezwał żołnierzy jednostek frontu zachodniego i ludzi pracy stolicy do obrony Moskwy za wszelką cenę.

Uporczywa obrona, śmiałe i energiczne przeciwnatarcia jednostek radzieckich, wszechstronna pomoc okazywana frontowi przez masy pracujące stolicy — wszystko to zmusiło wroga do zatrzymania się. Jednak nie bacząc na ogromne straty w ludziach i sprzęcie technicznym, faszystowskie dowództwo 16 listopada rozpoczęło drugie „generalne“ natarcie na Moskwę, zwiększając liczebność wojsk do 51 dywizji. Natarcie to niemiecko-faszystowskie wojska rozpoczęły jednocześnie z trzech kierunków: na północy i północno-zachodzie od Moskwy — przez Wołokołamsk i Klin, na Riazań i Kaszirn, a w centrum przez Możajsk, Naro—Fomińsk i Sierpuchow. Tak samo jak w październiku hitlerowcy chcieli wziąć radziecką stolicę w wielkie kleszcze.

Na całym 400-kilometrowym froncie moskiewskiego strategicznego kierunku rozpoczęły się zacięte walki. Wróg wściekle parł naprzód. Wojska radzieckie mężnie powstrzymywały natarcie nieprzyjaciela, zadając mu olbrzymie straty.

W te ciężkie dni naród radziecki i jego żołnierze dali wiele dowodów poświęcenia i bohaterstwa, bezgranicznej miłości ojczyzny i nienawiści do wroga. Piechurzy i artylerzyści, lotnicy i czołgiści, saperzy i łącznościowcy przyrzekli piersią zagrodzić drogę nieprzyjacielowi. Ponosząc ogromne straty faszyści wyszli w początku grudnia na przedpola Moskwy. W niedogodnej dla siebie operacyjno-taktycznej sytuacji zostali tutaj zatrzymani.

Skomplikowane i trudne zadania stały przed łącznościowcami w okresie obrony Moskwy. Wiele jednostek broniło się na szerokim froncie w urozmaiconym terenie. Nieprzyjaciel odparty w jednym miejscu uderzał w innym. Wszystko to wywołało duże trudności w organizacji dowodzenia.

Nadeszła zima 1941/42 roku charakteryzująca się wielkimi opadami śnieżnymi i mrozami. Na łącznościowcach dowodzonych przez szefa łączności frontu gen. Psurcewa spoczywał ogrom pracy. Trzeba było zbudować na dalekich i bliskich przedpolach Moskwy pewną

szeroko rozwiniętą sieć łączności przewodowej. Łącznościowcy pokonując śnieżne zaspy, nie lekając się masowych nalotów lotnictwa nieprzyjaciela i ognia jego artylerii i moździerzy z honorem wykonywali swój obowiązek wojskowy.

Wszystkie linie łączności, od sztabu frontu począwszy aż do batalionów, biegły z głębi obrony przez zapasowe stanowiska dowodzenia, przy czym szeroko były wykorzystane stałe linie łączności. Nie tylko sztaby armii i dywizji, lecz i stanowiska dowodzenia pułków i batalionów miały między sobą łączność przewodową.

Bliskość Moskwy ustokrotniła siły jej obrońców, wzbudziła nadzwyczajną wytrzymałość i bohaterstwo, rodząc czyny podobne do bohaterstwa 28-miu gwardzistów-panfiłowców.

Radzieccy żołnierze łączności, broniąc swej stolicy, natchnieni osobistymi przykładami komunistów, wykazali nadzwyczajną odwagę i poświęcenie w walkach z wrogiem.

...Nieśmiertelnego czynu w walkach pod Moskwą dokonał sierżant Nowikow. W końcu listopada 1941 roku gwardyjska dywizja piechoty broniła się w lasach podmoskiewskich. W zaciekłych walkach gwardziści odpierali uderzenia faszystowskich napastników. W pewnej chwili została przerwana łączność z jednym z pułków. Sierżant Nowikow wyszedł na naprawę linii. Przebiegając z ukrycia do ukrycia posuwał się wzdłuż linii, szukając uszkodzenia. Kiedy dotarł do miejsca uszkodzenia, grupa niemieckich fizylierów zagrodziła mu drogę. Odważny łącznościowiec śmiało nawiązał walkę z wrogami. Cofać się nie można — należy za wszelką cenę naprawić linię, przywrócić łączność. Nowikow nie zdążył złączyć przerwanego kabla, zacisnął tylko jego końce w zębach i leżąc ostrzeliwał się nacierającym wrogom. Walka była nierówna i szybko seria z pistoletu maszynowego dosięgła bohatera. Ostatnie siły opuszczały łącznościowca, lecz on jeszcze mocniej zaciskał zębami końcówki kabla. Wysokie poczucie obowiązku, nienawiść do wroga i wola wykonania za wszelką cenę zadania bojowego kierowały sierżantem Nowikowem do ostatniej minuty jego życia. Łączność została przywrócona, na linii prowadzone były rozmowy. Po kilku godzinach żołnierze radzieccy znaleźli skostniałe ciało łącznościowca. Sierżantowi Nowikowowi pośmiertnie nadano miano Bohatera Związku Radzieckiego. Czyn gwardzisty-patrioty na zawsze pozostanie dla łącznościowców wzorem zdecydowania, odwagi, bezgranicznego oddania ojczyźnie.

Na równi z łącznością przewodową we wszystkich oddziałach walczących na przedpolach Moskwy organizowano łączność radiową. Wszystkie radiostacje i obsługujące je załogi znajdowały się zawsze w pełnej gotowości. Jeżeli przerwana została łączność przewodowa, kierowanie działaniami bojowymi odbywało się przez radio. Szczególnie odpowiedzialne zadania spoczywały na radiotelegrafistach oddziałów i pododdziałów rozpoznawczych, działających na tyłach wroga. Łączność z tymi oddziałami utrzymywano wyłącznie przez radio. Łączność radiowa ze zwiadem miała swoistą specyfikę. Radio-

stacja grupy rozpoznawczej nie może stać przez dłuższy czas na jednym miejscu. Posuwa się ona razem ze zwiadowcami. Od radiotelegrafistów wymagana była umiejętność bardzo szybkiego nawiązywania łączności i tak samo szybkiego nadawania wiadomości. Łączność ze zwiadem utrzymywali zawsze najlepsi radiotelegrafiści. Radiotelegrafiści idący ze zwiadem powinni byli nosić ze sobą niezbędny zapas źródeł zasilania, ponieważ nie mieli żadnych możliwości zamiany wyładowanych akumulatorów i baterii. Na przykład, radiotelegrafiści jednej z grup rozpoznawczych oprócz radiostacji i należącego do niej kompletu zasilania brali z sobą 5 zapasowych kompletów źródeł zasilania o ogólnym ciężarze 75 kg.

Hitlerowskiemu planowi operacyjnemu, który miał na celu wzięcie Moskwy w wielkie kleszcze, radzieckie Dowództwo Naczelne przeciwstawiło aktywny przeciwmanewr, polegający na mocnych uderzeniach wymierzonych w skrzydłowe ugrupowania nieprzyjaciela.

Po otrzymaniu dyspozycji Generalissimusa Stalina w odpowiednim czasie zostały skoncentrowane na północ i południe od Moskwy wielkie jednostki z odwodów strategicznych wojsk radzieckich, wyposażone w dostateczną ilość artylerii, czołgów i innego uzbrojenia. Wojska otrzymały podstawowe wsparcie lotnictwa. W grudniu 1941 roku na rozkaz tow. Stalina na wojska niemieckie niespodzianie spadły ciosy kilku armii radzieckich,ześrodkowanych w rejonie Moskwy. Do tego pierwszego decydującego uderzenia na wroga wojska radzieckie szykowały się bardzo długo. Szkolenie bojowe nie bacząc na sytuację frontową przeprowadzane było i w pododdziałach łączności. Oficerowie szkolili się w sposobach organizacji łączności w natarciu, pododdziały liniowe ćwiczyły się w forsownej budowie i rozwijaniu różnorodnych linii łączności w ciężkich warunkach zimowych. Łącznościowcy pododdziałów sztabowych, radiotelegrafiści i telegrafiści uczyli się sposobów zapewnienia pracy aparatury przy niskiej temperaturze. Przedmiotem szczególnej troski dowództwa i szefów łączności jednostek i pododdziałów była łączność radiowa.

Znaczenie łączności radiowej określał rozkaz dowództwa frontu zachodniego. Dowódcy, sztaby i łącznościowcy w dalszym ciągu doskonalili się w korzystaniu z radia w skomplikowanych warunkach walki. Na przykład, w oddziale gdzie szefem łączności był tow. Achremienko, obecnie generał-major wojsk łączności, większość radiatelegrafistów przeszła specjalne kursy. Uczyli się oni pracować w warunkach licznych zakłóceń w odbiorze, zapewniać łączność na wielkie odległości przy słabej słyszalności.

Szefowie łączności, oficerowie-radiotelegrafiści wpajali radiotelegrafistom umiejętności niezbędne w sytuacji bojowej. Radiotelegrafiści uczyli się szybkiego rozwijania i maskowania radiostacji, umiejętnego dostrajania się i przełączania z jednej fali na drugą, zabezpieczania aparatury a szczególnie źródeł zasilania przed działaniem chłodu i wilgoci. W celu usprawnienia transportu środków łączności

w natarciu wykorzystywane były narty przymocowane do kół pojazdów albo łodzie śniegowe. Żołnierze oddziałów i pododdziałów łączności uczyli się jazdy na nartach. Szkolenie dało w następstwie dobre wyniki. Łącznościowcy wszystkich specjalności umiejętnie i mężnie wykonywali odpowiedzialne zadania w natarciu.

6 grudnia 1941 roku wojska radzieckie na podstawie wytycznych Generalissimusa Stalina przeszły do przeciwnatarcia. Zniszczyły one w początku skrzydłowe ugrupowania wroga, zagrażające Moskwie od południa i północy, a następnie popędziły armie faszystowskie na zachód.

To natarcie Armii Radzieckiej rozwiało mit o niezwyciężoności armii hitlerowskiej. Ścigając rozbite faszystowskie oddziały, wojska radzieckie w ciągu zimy przeszły na zachód miejscami około 400 km. Hitlerowski plan okrążenia i zdobycia Moskwy został obrócony wniwecz. Od 6 do 15 grudnia zostały rozbite czołgowe ugrupowania wroga na północ od Moskwy, w tym samym czasie wojska radzieckie zadały wielką kleskę 2-giej armii pancernej generała Guderiana w rejonie Tuły. W drugiej dekadzie grudnia przeszły do natarcia armie centralne frontu zachodniego. Wróg wycofywał się w nieładzie, ponosząc ogromne straty. Do 15 stycznia 1942 roku armia hitlerowska straciła około 300 tysięcy żołnierzy.

Przerwanie hitlerowskiej obrony, rozbicie uderzeniowych ugrupowań nieprzyjaciela, pościg — oto zasadnicze etapy tego okresu bitwy o Moskwę. Ani zacięty opór hitlerowskich wojsk, ani zaspy śnieżne i wielkie mrozy nie mogły powstrzymać natarcia radzieckich żołnierzy. Uderzenia wojsk radzieckich na froncie wspierały akcje przedsiębrane na tyłach wroga przez bohaterskich partyzantów i grupy desantowe. Tysiące radzieckich ludzi w rejonach przyfrontowych okupowanych przez hitlerowców chwytały za broń i pomagały swojej armii gromić wroga.

Umiejętnie i mężnie pracowali radiotelegrafiści, od których w czasie natarcia w dużym stopniu zależało dowodzenie wojskami, każdą walką i operacją.

Szef radiostacji osobistej dowódcy N-tej dywizji sierżant Kapustin bez zmiany (pozostali radiotelegrafiści obsługi byli ranni) pracował kilka dni, towarzysząc wszędzie swemu dowódcy. Kapustin nie pominął ani jednego wywołania radiostacji wyższego dowódcy, szybko i dokładnie łączył się z radiostacjami dowódców pułków i batalionów.

Szczególnie trudne zadanie przypadło w czasie natarcia jednostkom liniowym, które powinny były szybko budować i rozwijać swoje linie śladem posuwających się naprzód wojsk. Łącznościowcy zmuszeni byli często pracować pod nieprzerwanym ogniem nieprzyjaciela przedzierając się przez głęboki śnieg.

Oto przykład jak działali łącznościowcy jednej z gwardyjskich dywizji.

W ciągu 4-ch dni pościgu za rozbitymi wojskami faszystowskimi jednostki dywizji, pokonując głębokie śniegi i bezdroża, przeszły około 100 km. W tych warunkach trudno było zorganizować należytą łączność telefoniczną. Jednak zapał do pracy i upór łącznościowców nie miał granic. Telefoniści szybko nawiązywali łączność z pułkami. Linia zbudowana przez kompanię telefoniczno-kablową starszego lejtnanta Ryżykowa odegrała poważną rolę w dowodzeniu wojskami. W czasie operacji zaczepnej nie tylko armijnym jednostkom łączności, lecz i dywizyjnym a nawet pułkowym, często trzeba było wykorzystywać na pół zniszczone stałe linie łączności. Tu właśnie potrzebny był ten trening, który łącznościowcy otrzymali w warunkach obrony, ucząc się naprawiania, odbudowy i użytkowania linii stałych. W czasie pościgu za nieprzyjacielem linie łączności trzeba było budować szczególnie dokładnie i stale troszczyć się o ich ochronę.

Piechota, czołgi, artyleria, olbrzymie kolumny taborów posuwały się naprzód nie tylko drogami, lecz i wzdłuż nich. W tych warunkach linie kablowe należało rozwijać w odległości 150—200 metrów od dróg i ochraniać je bez przerwy przed przypadkowymi uszkodzeniami. Linie półstałe i stałe bardzo często budowane były w lasach i w terenie trudnym do przebycia.

Wielką pracę w walkach pod Moskwą wykonały pododdziały ruchomych środków łączności. Wszystkimi sposobami — na nartach, konno, przy pomocy samolotów czy psich zaprzęgów — zapewniano nieprzerwane dostarczanie dokumentacji bojowej ze sztabów wyższych do walczących wojsk i odwrotnie. Łącznościowcy pododdziałów środków ruchomych wykonując swe zadania zmuszeni byli często w walce torować sobie drogę. Nie raz okazali się oni nie tylko bardzo dobrymi specjalistami w swojej pracy, lecz i mężnymi żołnierzami.

...Motocyklista Remarczuk wiózł pakiet do sztabu oddziału. Wjeżdżając na wzniesienie zauważył jak z trafionego przez artylerię hitlerowskiego samolotu wyskoczyło na spadochronach 3 lotników. Szybko oceniając sytuację, Remarczuk zawrócił z drogi i pomknął do miejsca lądowania faszystowskich spadochroniarzy. Krótka walka zakończyła się śmiercią jednego i wzięciem do niewoli dwóch faszystów. Przekazawszy jeńców przybyłym żołnierzom, odważny łącznościowiec udał się w dalszą drogę. Pakiet został doręczony na czas.

...Starszy sierżant Kozyr jadąc motocyklem natknął się na zasadzkę. Z krzaków zaterkotały pistolety maszynowe nieprzyjaciela, raniąc go dwukrotnie. Sierżant padł na ziemię i otworzył celny ogień. Zabiwszy dwóch faszystowskich fizylierów Kozyr brocząc krwią i z trudem kierując motocyklem dotarł do miejsca przeznaczenia i wręczył pakiet.

Ciągłego napięcia przy jednoczesnym opanowaniu i wielkiej odwadze wymagała praca łącznościowców-lotników. Piloci N-tej eksadry łączności wzlatywali 2—3 razy dziennie bez względu na pogodę, przewozili dokumenty i oficerów łączności, transportowali do walczących jednostek różnorodne ładunki bojowe.

...Lotnik Pankratow i kurier Bożkow wieźli rozkaz bojowy do grupy kawalerii, działającej na tyłach wroga. Nie daleko od miejsca przeznaczenia zaatakował ich nieprzyjacielski myśliwiec. Już kilka dziur przeświecało w skrzydłach i kadłubie samolotu, silnik pracował nieregularnie, lecz łącznościowcy lecieli dalej chcąc za pomocą manewru ujść wrogom. Serią świetlnych pocisków faszyście udało się zapalić radziecki samolot. Jednak pilot stosując lot koszący zgasił płomień. Wylądowawszy umiejętnie wśród krzaków i umieściwszy tam uszkodzony samolot, lotnik i kurier na piechotę dotarli do sztabu grupy.

W walkach pod Moskwą zrodziła się sława pułku łączności, którym dowodził podpułkownik Letkow. Szlak bojowy pułku — jego żołnierzy i pracowników politycznych — znaczyło wiele przykładów męstwa i odwagi. Na przedzie zawsze byli komuniści i komsomolcy. Swoim osobistym przykładem pociągali oni pozostałych towarzyszy, silnie spajając wszystkich żołnierzy pułku, co pozwalało dowództwu rozwiązywać we właściwym czasie najbardziej skomplikowane zadania bojowe. Pułk od pierwszych dni wojny zapewniał dowodzenie wojskami N-tej armii. Praca łącznościowców w znacznym stopniu pozwalała armii odnosić sukcesy w działaniach bojowych.

Jednostka ppłk Letkowa z honorem wykonywała stawiane jej zadania i latem 1941 roku, gdy wojska radzieckie prowadziły ciężkie walki obronne i późną jesienią, kiedy N-ta armia broniła Moskwy i zimą 1941/42 roku, kiedy faszystom zadano decydujący cios i wojska radzieckie rozpoczęły ofensywę, wyzwalając od hitlerowskich okupantów radzieckie miasta i wsie. W krótkim okresie czasu pułk wychował nie mało specjalistów, którzy dali dowody poświęcenia w służbie ojczyzny. Za wzorową pracę i wykazane męstwo wielu z nich odznaczonych zostało orderami i medalami Związku Radzieckiego.

Szczególnie poważna praca przypadła do spełnienia pododdziałom liniowym pułku w dniach zaciekłych walk o Moskwę. Wiele nowych węzłów i linii łączności wybudowano w te dni. Oprócz głównych budowane były kierunki okrężne i choć lotnictwo i artyleria nieprzyjaciela bez przerwy ostrzeliwały pozycje oddziałów N-tej armii i jej drogi zaopatrzenia, łączność przewodowa pracowała bez zarzutu. Łącznościowcy pracujący na węzłach i stacjach, znając dokładnie schemat połączeń mistrzowsko manewrowali nimi i podczas uszkodzenia głównych przewodów, zapewniali łączność na kierunkach okrężnych. Kiedy N-ta armia wraz z innymi wojskami frontu zachodniego niszcząc wroga przeszła do natarcia, łącznościowcy tego pułku w trudnych warunkach bezdroży, głębokich śniegów i silnych mrozów nie pozostawali w tyle za szybko posuwającymi się wojskami. Na czas rozwijali linie i węzły łączności. Tam gdzie nie przechodziły samochody i wozy, żołnierze wieźli sprzęt na saniach, na nartach lub przenosili go. Wszyscy się starali, by łączność pracowała nieprzerwanie. Celująco wykonali swoje obowiązki radiotelegrafiści

pułku, zarówno w dni obrony Moskwy jak i w okresie ofensywy. Wielkim poważaniem w pułku i sztabie cieszyli się również żołnierze ruchomych środków łączności. Tylko w okresie od 24 sierpnia 1941 do czerwca 1942 dostarczyli oni 60.000 pakietów.

Zasługi pułku w zapewnieniu bojowej łączności, męstwo i odwaga jego żołnierzy zostały wysoko ocenione przez ojczyznę. W sierpniu 1942 roku jednostka została przemianowana na gwardyjski pułk łączności. Było to wydarzenie wielkiej wagi dla wojsk łączności Armii Radzieckiej. Łącznościowcy wykonywali swe zadania z jeszcze większym zapałem, wiedząc że w skład Radzieckiej Gwardii weszła jedna z lepszych jednostek łączności.

„Rozgromienie niemiecko-faszystowskich wojsk pod Moskwą było decydującym wojennym wydarzeniem pierwszego roku wojny i pierwszą wielką porażką Niemców w drugiej wojnie światowej. Porażka ta na zawsze rozwiała stworzoną przez hitlerowców legendę o niezwyciężoności niemieckiej armii.

Rozgromienie Niemców pod Moskwą pokazało wyższość planu strategicznego operacji ofensywnych opracowanego przez Generalissimusa Stalina nad strategią Niemców".

Zwycięstwo pod Moskwą stało się jaskrawym dowodem niezwyciężoności i wielkiej siły twórczej strategii stalinowskiej, potęgi i mocy socjalistycznego państwa robotników i chłopów.

Płk EDWARD SZMATOWICZ

O NIEKTÓRYCH BŁĘDACH NAUCZANIA W ŚWIETLE DOŚWIADCZEŃ I CENTRALNEGO ZLOTU PRZODOWNIKÓW WYSZKOLENIA WOJSK ŁĄCZNOŚCI

Przebieg Pierwszego Centralnego Zlotu Przodowników Wyszkolenia Wojsk Łączności pozwala śmiało twierdzić, że ruch przodownictwa w wojskach łączności mocno wszedł w codzienne życie oddziałów zarówno na odcinku doskonalenia i konserwacji sprzętu wyszkoleniowego i bojowego jak i na odcinku polepszenia metod szkolenia.

Przodownik wyszkolenia stał się chlubą swego oddziału i cieszy się zasłużonym autorytetem u dowództwa i szacunkiem u kolegów. Każdy bowiem przodownik — to klasowy łącznościowiec, walczący o podniesienie wydajności wyszkolenia na wyższy poziom i mający dużą rutynę instruktorsko-metodyczną.

Toteż na zlocie, oprócz wykazania najlepszych doświadczeń, jakie wojska łączności zdobyły w swej pracy, zwrócono baczną uwagę na samokrytyczną jej ocenę i na sposoby usunięcia istniejących dotychczas braków i niedociągnięć w metodach nauczania żołnierzy łączności, szczególnie z przedmiotów specjalnych.

Na jakie główne braki i niedociągnięcia wskazywano na zlocie?

Po pierwsze — pamięciowe uczenie się wszelkich określeń, wskutek czego szeregowcy szybko zapominają przerobiony materiał. Dotyczy to przede wszystkim przedmiotów teoretycznych, jak elektrotechniki, radiotechniki itp.

Po drugie — jeszcze niedostateczne, nieprzemyślane wyposażenie zajęć w pomoce wyszkoleniowe i nie zawsze stosuje się metodę poglądową, co znacznie utrudnia opanowanie materiału. Z tego właśnie względu niektórzy szeregowcy w oddziale oficera Tyszko nie mogli odszukać najprostszych uszkodzeń w radiostacjach.

Do błędów należy także brak powiązania materiału przerabianego z materiałem uprzednio przerobionym, a niekiedy i z innymi przedmiotami. W niektórych wypadkach można było zauważyć słabą reakcję oficerów prowadzących ćwiczenia na popełniane błędy techniczne, co utrudniło walkę o wysoką kulturę techniczną w pracy.

łącznościowców. Dotyczy to szczególnie budowy linii stałych, rozwijania węzłów i innych urządzeń łączności. Podkreślić natomiast należy, że tempo budowy linii, rozwijania radiostacji, węzłów i PKB jest bardzo wysokie. Przekracza ono co najmniej o 30, a niekiedy i 50% obowiązujące normy.

Opierając się na wnioskach ze Zlotu Przodowników i na doświadczeniach lat ubiegłych, musimy jak najprędzej usunąć te braki i niedociągnięcia, podnieść jeszcze wyżej poziom wyszkolenia, a przez to gotowość bojową oddziałów łączności.

Dużą rolę w tym kierunku powinni odegrać przodownicy wyszkolenia i nauczania. Muszą oni przenieść do macierzystych jednostek bogate doświadczenia Zlotu. Dlatego też wskazane jest urządzenie narad przodowników wyszkolenia w każdym oddziale w celu szczegółowego omówienia doświadczeń zlotu i wprowadzenia ich w życie.

Jakie są główne doświadczenia zlotu?

1. Konieczna jest dalsza walka o wzrost i dalsze umasowienie w oddziałach łączności ruchu przodownictwa. Walka ta musi rozwijać się obecnie w dwóch zasadniczych kierunkach:

— w kierunku osiągania przez przewyższającą większość łącznościowców kwalifikacji klasowych (co najmniej 3 klasy) i podwyższanie ich aż do osiągnięcia mistrzostwa w swoim fachu,

— w kierunku stopniowego przekształcenia walki o przodownictwo poszczególnych szeregowców, podoficerów i oficerów w walkę o przodownictwo całych pododdziałów, a nawet i oddziałów łączności jako najbardziej prawidłową drogę do radykalnego podniesienia poziomu wyszkolenia i gotowości bojowej tych pododdziałów i oddziałów.

2. Należy prowadzić przez dowódców kompanii i plutonów systematyczne szkolenie podoficerów, ażeby mogli oni stać się prawdziwymi pomocnikami młodszych oficerów w dziale wyszkolenia i wychowania żołnierzy. Podoficerowie muszą być bezwarunkowo klasowymi specjalistami, mistrzami swego fachu, ażeby mogli przygotować wykwalifikowanych radiotelegrafistów czy też telegrafistów. Muszą być poza tym dobrze obeznani z metodyką prowadzenia zajęć. Najlepiej można rozwiązać te zagadnienia przez codzienne instruktaże podoficerów, na których dowódcy plutonów muszą wskazać jak przeprowadzić dane zajęcie w całości lub w poszczególnych fragmentach oraz jak prawidłowo podzielić czas. Na tych instruktażach należy także systematycznie podkreślać konieczność walki o wysoką kulturę techniczną w naszej pracy na każdym kroku, od pierwszych dni zajęć w celu zapobiegania technicznemu niechlujstwu u młodych żołnierzy oraz wyrobienia w nich poszanowania sprzętu. Sprzęt łączności jest bowiem bronią łącznościowców i musi znajdować się stale w pełnej gotowości bojowej.

Wielką rolę odgrywają również przeprowadzane przez dowódców narady metodyczne i zajęcia pokazowe.

3. Przy nauczaniu żołnierzy należy jak najszerzej stosować metodę poglądową i ćwiczenia praktyczne. Zazębianie się zajęć musi stać się regułą jako najlepsza metoda zapewniająca szybkie szkolenie żołnierzy w poszczególnych przedmiotach. Z doświadczeń zlotu wynika, że praktyczne, wielokrotne, jednoczesne i połączone z sobą rozwijanie węzłów, PKB i budowa linii w różnych warunkach znakomicie ułatwia poznanie tak poszczególnych czynności jak i pracy w zespole, ułatwia poznanie sprzętu i jego użytkowanie, uczy umiejętności właściwego wykorzystania linii, manipulacji przewodami i nawiązywania łączności w każdych warunkach. Należy więc dążyć do jak najczęstszego przeprowadzania takich połączonych praktycznych ćwiczeń na każdym szczeblu.

4. Należy walczyć o ujednolicenie nauczania przez opracowywanie wzorowych konspektów z poszczególnych zajęć i należyte wyposażenie zajęć w typowe pomoce naukowe. Stąd wynika konieczność szerokiej rozbudowy baz wyszkoleniowych.

5. Systematyczna kontrola przebiegu wyszkolenia przez dowódców wszystkich szczebli jest jednym z czynników gwarantujących szybkie wykrycie i usunięcie braków i niedociągnięć w nauczaniu młodszego rocznika.

6. Łączność jest szczególnie ciężką służbą. Toteż do przodownictwa u nas prowadzi tylko jedna droga — uporczywa, wzmożona praca nad pogłębieniem swojej wiedzy politycznej i specjalnej.

Niestety nie we wszystkich oddziałach dowódcy podeszli z należytym zrozumieniem do sprawy wykorzystania przebogatych doświadczeń Zlotu. Wyniki kontroli rozpoczęcia nowego roku wyszkoleniowego wykazały, że szereg wytycznych Zlotu został po prostu zaniedbany. Podkreślić tu należy przede wszystkim, że w niektórych oddziałach wzorowe konspekty otrzymane przez oficerów na Zlocie zostały złożone do akt i dopiero interwencja komisji spowodowała ich wykorzystanie. Na domiar złego okazało się, że niektórzy oficerowie tych oddziałów mieli opracowane konspekty z błędami i szeregiem niedociągnięć, bez uwzględnienia w nich celu zajęcia, pomocy naukowych, właściwego podziału czasu, pytań kontrolnych i zadań na naukę własną. Wskazówki metodyczne w konspektach nie obejmują wszystkich zagadnień, a także nie przewidują omówienia zajęć. Rzecz jasna, że tych usterek nie popełnionoby, gdyby zostały wykorzystane konspekty wydane na Zlocie.

Nie wszędzie realizuje się również wytyczne Zlotu dotyczące nieustannej walki o wysoką kulturę techniczną naszej pracy. Szczególnie jaskrawy przykład stanowi oddział oficera Gryza, gdzie stwierdzono, mówiąc po prostu, techniczne niedbalstwo w urządzeniu sal służby ruchu. Szeregowcy widząc niski stan techniczny urządzeń będą brali z niego przykład i w dalszej pracy będą wzorowali się na tym, co widzieli w swoim oddziale.

Istnieje jeszcze w niektórych oddziałach przy realizacji wyszkolenia szereg poważnych błędów metodycznych mimo przeprowadzanych kursów instruktorsko-metodycznych dla dowódców na wszystkich szczeblach. Do tych błędów należą:

a. Nieprawidłowe wykorzystanie kadry podoficerskiej. I tak np. w jednym z plutonów łączności cały ciężar wyszkolenia kładzie się na barki podoficerów, których zresztą nie przygotowuje się uprzednio do zajęć i nie kontroluje się przebiegu tych zajęć. W innych oddziałach stwierdzono natomiast w toku wyszkolenia lekceważenie roli podoficera. Podoficerowie, szczególnie w czasie zajęć z przedmiotów specjalnych, siedzą bezczynnie na salach zamiast, po uprzednim przygotowaniu, być pomocnikami oficerów lub samodzielnie prowadzić zajęcia (oddział oficera Mościckiego).

b. Zbyt szeroko stosuje się jeszcze metodę prowadzenia suchych wykładów zamiast ograniczania ich do niezbędnego minimum na rzecz pokazu i praktycznego przerabiania ćwiczeń.

Niedostateczne wyposażenie zajęć w pomoce naukowe i sprzęt jest powodem, że metoda poglądowego nauczania nie stała się jeszcze regułą w niektórych oddziałach łączności.

c. Nie wszędzie stosuje się metodę przeprowadzania zajęć połączonych, jak rozwijanie węzłów w połączeniu z budową linii itp.

d. Poziom przeprowadzania instruktaży do zajęć jest jeszcze nie wszędzie należyty. Wyraża się to tym, że czas przeznaczony na instruktaże nie pozwala na wyczerpujące wyjaśnienie najgłówniejszych zagadnień tematu i metod jego przerobienia oraz odpowiedniego podziału czasu. Instruktaże prowadzi się w kancelariach lub w świetlicach zamiast w salach wykładowych i na placach ćwiczeń przy użyciu sprzętu i pomocy naukowych, które mają być użyte w czasie zajęć.

e. Mimo wyraźnych zaleceń Zlotu oficerowie Zarzycki i Czech stosują nieprawidłową metodę nauczania odbioru słuchowego, polegającą na przyzwyczajaniu radiotelegrafistów do liczenia ilości kresek i kropek w nadawanym znaku i zapisywania tego do zeszytów zamiast słuchowego opanowania brzmienia (melodii) znaku.

Wykryte braki świadczą o formalnym lub też pobieżnym wykorzystaniu doświadczeń Zlotu. Te braki muszą być jak najszybciej usunięte, przez co podniesie się jeszcze bardziej poziom wyszkolenia i gotowości bojowej oddziałów łączności.

Kpt. ALEKSY BRODOWSKI

OGÓLNE UWAGI O METODYCE SZKOLENIA TELEGRAFISTÓW

Metodyka szkolenia telegrafistów na dalekopisach i aparatach bodo ma w ogólności wiele wspólnych cech. W artykule niniejszym chcę zwrócić uwagę na te podstawowe elementy szkolenia, które będą ważne tak przy szkoleniu telegrafistów ST-35 jak i telegrafistów bodo, uwzględniając oczywiście różnice wynikające ze specyfiki szkolenia jednych i drugich.

Cały okres szkolenia telegrafistów możemy podzielić na trzy etapy. Etap pierwszy — to nauka nadawania poszczególnych liter alfabetu, cyfr i znaków pisarskich, aż do pełnego opanowania klawiatury przez telegrafistów. Mniej więcej w połowie tego etapu telegrafiści poznają początkowe zasady służby ruchu telegraficznego. W drugim etapie szkolenia telegrafiści pracują na czynnych aparatach „na siebie", zwiększając stopniowo szybkość pracy, oraz poznają dalsze zasady służby ruchu telegraficznego. W trzecim etapie szkolimy telegrafistów w pracy na aparatach pracujących w linii z dalszym zwiększaniem tempa pracy aż do uzyskania przewidzianych norm. Jednocześnie telegrafiści pogłębiają znajomość zasad służby ruchu.

Pierwszy etap szkolenia jest okresem najważniejszym. W tym okresie telegrafiści poznają najtrudniejszą sztukę — nadawanie znaków telegraficznych za pomocą klawiatury. Czynności wykonywane przy nadawaniu znaków telegraficznych dla ogromnej większości kursantów — można nawet powiedzieć, że dla wszystkich — są zupełnie nowe. Kursanci, być może, po raz pierwszy widzą aparat telegraficzny i po raz pierwszy będą na nim pracowali. Nauka pracy na klawiaturze dla początkujących jest dość trudna i dlatego instruktorzy muszą szczególną uwagę zwrócić na prawidłową naukę nadawania i to od początku szkolenia. Nabyte nawyknienia nieprawidłowej pracy stają się chroniczne i w późniejszym okresie są trudne do wykorzenienia, a niekiedy nawet naukę trzeba rozpoczynać od początku.

Ważną rzeczą ułatwiającą dobre opanowanie klawiatury jest prawidłowa postawa telegrafisty i ułożenie rąk na klawiaturze. Na-

leży wyjaśnić, że przepisowa postawa i właściwe ułożenie rąk zostały ustalone drogą wieloletnich doświadczeń. Praktyka udowodniła, że przepisowa postawa telegrafisty pozwala na długą pracę bez zmęczenia, że wszelkie zmiany tej postawy — choćby chwilowo wydawały się wygodniejsze — powodują niepożądane naprężenia mięśni, prowadzą do szybszego znużenia tych mięśni i do zmniejszenia wydajności pracy.

Ułożenie rąk na klawiaturze musi być swobodne, również bez naprężania mięśni, praca palców powinna być płynna, ruchy ich nie mogą być nerwowe. Praca palców musi być rytmiczna, bez przyspieszeń i opóźnień, ruchy opanowane i spokojne. Na rytmikę pracy należy kłaść szczególny nacisk w ciągu całego okresu szkolenia telegrafistów.

Duże znaczenie dla szybkiego opanowania klawiatury ma odpowiednie wyrobienie ruchu palców, łatwość niezależnego poruszania poszczególnymi palcami. U wielu telegrafistów w początkach nauki tego „wygimnastykowania" palców jeszcze nie ma, należy zatem dla nich prowadzić dodatkowe treningi w celu szybszego wyrobienia ruchu palców. Niektórzy telegrafiści mają skłonności do zbyt wysokiego unoszenia palców ponad klawisze, co prowadzi do szybszego zmęczenia ręki. Na to zjawisko należy również zwracać uwagę, a w niektórych przypadkach stosować specjalne ograniczniki *).

Zasadą przyjętą w szkoleniu opanowania klawiatury jest nadawanie znaków „na ślepo". Tej zasady należy ściśle przestrzegać, w przeciwnym bowiem razie w okresie zwiększania szybkości nadawania napotkamy na poważne trudności. Telegrafiści powinni naciskać na klawisze nie odrywając oczu od tekstu nadawanego ćwiczenia czy telegramu. W wypadkach gdy zauważymy, że telegrafiści mają skłonność do spoglądania na klawisze, należy stosować zasłonki na klawiaturę z twardszego materiału (karton, dykta, blacha).

Szkolenie należy prowadzić zasadniczo na klawiaturze zastępczej (ślepej) w celu oszczędzenia czynnych aparatów. Klawiatury zastępcze muszą być jednak wykonane bardzo starannie, aby praca na nich niczym się nie różniła od pracy na klawiaturze rzeczywistej. Pożądana jest również możność kontroli nadawanego tekstu przez samego telegrafistę lub przez instruktora. Do ćwiczeń w celach „gimnastyki palców" można używać także klawiatur wykonanych jako szkice w naturalnej wielkości na kartonie. Aby jednak telegrafiści oswajali się z pracą na czynnych aparatach, należy około 10—25% ćwiczeń prowadzić na aparaturze działającej.

Opanowanie klawiatury odbywa się stopniowo przez naukę nadawania coraz to nowych liter, cyfr i znaków, przy czym naukę rozpoczynamy od nadawania znaków wymagających prostszych czynności, przechodząc stopniowo do znaków wymagających czynności

---

*) Opis ogranicznika dla klawiatury bodo podałem w artykule „Metoda szkolenia telegrafistów bodo" — Przegląd Łączności Nr 9/50.

trudniejszych. Tekst każdego następnego ćwiczenia powinien być tak zestawiony, by zawierał również wszystkie poznane dotychczas znaki. Przed rozpoczęciem ćwiczenia z nowymi znakami jest wskazane przerobienie ostatniego ćwiczenia poprzedniej lekcji dla tzw. „rozgrzania“ palców.

W celu kontroli przyswajania nauczanego materiału należy przeprowadzać co pewien okres ćwiczenia kontrolne na czynnej aparaturze. Te ćwiczenia z zasady prowadzi się na zakończenie każdego tematu, można jednak przeprowadzać je częściej. Dokładna analiza prac kontrolnych pozwoli instruktorowi na zorientowanie się w postępach telegrafistów, pozwoli wykryć błędy, jakie popełniają telegrafiści, zbadać przyczynę tych błędów i opracować środki zaradcze. Jeżeli stwierdzimy, że niektórzy telegrafiści popełniają systematycznie te same błędy, należy organizować dla nich w ramach nauki własnej pod osobistym nadzorem instruktorów specjalnie opracowane ćwiczenia prowadzące do usunięcia braków. Zasadniczo nie można przystępować do nowego tematu, jeżeli temat poprzedni nie został całkowicie opanowany. Jeżeli ćwiczenie kontrolne zostało słabo wykonane przez większość telegrafistów, ilość godzin na przerabiany temat należy powiększyć aż do całkowitego jego opanowania.

W połowie pierwszego okresu szkolenia można już przystąpić do poznawania telegrafistów z ich obowiązkami i ogólnymi zasadami służby ruchu telegraficznego. Wniesie to pewne urozmaicenie w szkoleniu i powiększy zainteresowanie przedmiotem.

Naukę obowiązków dyżurnego telegrafisty należy prowadzić przez objaśnianie i praktyczne przerabianie poszczególnych czynności. Naukę wypełniania telegramów i dzienników aparatowych należy prowadzić wyłącznie praktycznie. W tym celu instruktor powinien rozdać po jednym czystym blankiecie telegramu i jednej kartce dziennika aparatowego i objaśnić z powiększonego wzoru telegramu i dziennika znaczenie i wypełnianie poszczególnych rubryk, po czym telegrafiści powinni pod dyktando instruktora samodzielnie wypełnić otrzymane druki.

W miarę poznawania większej ilości liter, oprócz ćwiczeń przewidzianych dla opanowania poszczególnych tematów, należy dawać telegrafistom do nadawania telegramy o zrozumiałym tekście literowym, a także cyfrowym lub mieszanym. Treść telegramów musi być na prawidłowo wypełnionych blankietach, a nie na luźnych kartkach, by telegrafistę przyzwyczajać do właściwej formy telegramu. Początkowe telegramy powinny być krótkie i nie zawierać więcej niż 15—20 słów. Telegramy powinny zawierać tekst drukowany na maszynie, pisany ręcznie różnym charakterem pisma oraz tekst z taśmy telegraficznej, by telegrafiści zapoznawali się z różnym rodzajem wypełniania telegramów i nabierali wprawy w nadawaniu takich tekstów. Odnosi się to również do następnych etapów szkolenia.

W końcu pierwszego etapu szkolenia należy zestawiać telegramy zawierające terminy wojskowe oraz skróty wojskowe i służbo-

we. Przy skrótach zawierających tekst literowy i cyfrowy należy dużą uwagę zwrócić na płynne przechodzenie z rejestru literowego na cyfrowy i odwrotnie bez zwalniania tempa i zatrzymywań. Pożądane jest nawet zestawienie telegramu złożonego z samych skrótów, np. 2/74 pp 22DP PKB28 Nr 37 PK5 itp. W tym samym czasie należy wprowadzać telegramy o tekstach niezrozumiałych (kodowanych). Przy czym teksty powinny być raczej trudne, złożone z samych spółgłosek, nie dające się łatwo odczytać, np. SQDW GPVT MCNX itp. W czasie nadawania tekstu telegrafista powinien śledzić wzrokiem poszczególne litery i automatycznie za każdą literą lub znakiem wykonywać ruch palcami. Zwykle telegrafiści nadają w ten sposób, że odczytują najpierw cały wyraz lub kilka wyrazów, a potym dopiero z pamięci nadają przeczytany fragment telegramu. To przyzwyczajenie prowadzi do znacznego zmniejszenia tempa nadawania i licznych błędów, gdy telegrafista dostaje telegram o tekście niezrozumiałym.

W miarę poznawania zasad służby ruchu telegraficznego, należy wpisywać do dzienników aparatowych otrzymane do nadania telegramy, wypełniać odpowiednio nagłówki telegramów oraz uczyć praktycznie przebiegu załatwiania telegramów wychodzących, wchodzących i przechodzących.

Szybkość pracy telegrafistów na zakończenie pierwszego etapu szkolenia powinna wynosić 400 słów/godz.

Drugi etap szkolenia — to praca na czynnych aparatach „na siebie". Szkolenie na tym etapie powinno przygotować telegrafistów do pracy w linii. Pracę na aparatach należy prowadzić z pełnym przestrzeganiem zasad służby ruchu telegraficznego, a więc telegrafiści muszą zachowywać się jak na czynnej stacji telegraficznej, przyjmować i oddawać dyżury, wypełniać dokumentację stacyjną oraz w dalszym ciągu poznawać obowiązki funkcyjnych stacji telegraficznej i ekspedycji.

Równocześnie z rozpoczęciem pracy na czynnych aparatach należy przystąpić do nauki prawidłowego naklejania taśmy telegraficznej na blankiety z taką szybkością, z jaką prowadzi się nadawanie. Zbyt późne nauczanie klejenia taśmy prowadzi do zmniejszenia szybkości wymiany telegramów obejmującej przecież wszystkie czynności telegrafisty w czasie pracy na aparacie. Podczas klejenia taśmy należy zwrócić telegrafistom uwagę na właściwe przerywanie taśmy, na prawidłowe usuwanie skasowanych błędnie nadanych wyrazów itd.

Ważnym momentem pracy telegrafisty jest obliczanie ilości słów w telegramie. Ta czynność jest zwykle traktowana dość powierzchownie, a przecież dokładne sprawdzenie ilości słów jest właściwie sprawdzianem prawidłowego nadania telegramu. Telegrafista nie mający dużej wprawy w obliczaniu ilości słów traci na to dużo czasu, co w wyniku zmniejsza sprawność przechodzenia telegramów.

Szybkie sprawdzenie ilości słów jest szczególnie ważne przy telegramach pilnych i bardzo pilnych.

W czasie pracy telegrafistów na aparatach „na siebie“ największy nacisk należy kłaść na jakość pracy, a nie na szybkość. Nie można zwiększać tempa nadawania, jeżeli telegrafiści nie opanowali bezbłędnego nadawania w tempie dotychczasowym. Większe tempo pracy uzyskuje się przez długotrwały trening w nadawaniu na aparatach i wzrasta ono w miarę dłuższego szkolenia, natomiast niedostateczne opanowanie klawiatury i nawyknienia powodujące błędy w nadawaniu z biegiem czasu nie ustępują, stają się chroniczne. Jeżeli instruktor stwierdza, że niektórzy telegrafiści popełniają jeszcze błędy w nadawaniu, powinien ich skierować na trening na klawiaturze ćwiczebnej i osobiście dołożyć starań w celu usunięcia niedociągnięć. Praca na czynnych aparatach jest dla telegrafistów na ogół atrakcyjniejsza niż ćwiczenia na klawiaturze ćwiczebnej, dzięki czemu telegrafiści szybko wyrównują swe braki, chcąc jak najszybciej powrócić do pracy na aparatach.

Ocenę ćwiczeń kontrolnych należy stosować według następującej skali: za nadanie telegramu bez błędu — b. dobrze, poniżej 1% błędów w stosunku do ilości słów w telegramie — dobrze, poniżej 2% błędów — dostatecznie. Powyżej 2% błędów w telegramie w stosunku do ilości słów należy oceniać pracę na niedostatecznie. Przy ocenach należy uwzględniać również jakość naklejania taśmy i wypełniania dokumentów stacyjnych. W wypadku zauważonych usterek ocenę za nadawanie należy obniżyć. Telegramy ćwiczebne powinny być zawczasu przygotowane i w początkowym okresie pracy „na siebie“ nie powinny być długie (25—50 słów), po czym zwiększamy wielkość telegramów do 75—100 słów w telegramie. Telegramy powinny być różnych rodzajów i serii, a telegrafiści powinni umieć nadawać je w odpowiedniej kolejności. Ilość telegramów zakodowanych powinna dojść do 50%, przy czym w początkach dajemy ich mniej (20—30%). W czasie nauki instruktor stale powinien przypominać o wielkiej odpowiedzialności za zgodność nadawanego tekstu, szczególnie jeśli chodzi o telegramy zakodowane. Instruktor powinien wytłumaczyć, do jakich poważnych następstw może doprowadzić zniekształcenie grupy przez popełnienie omyłki w nadawaniu.

Na tym etapie szkolenia telegrafistów należy rozpocząć pracę pod dyktando. Początkowe ćwiczenia w nadawaniu pod dyktando będą zawierały pojedyncze słowa i krótkie zwroty dyktowane głośno wszystkim telegrafistom, po czym przechodzimy do dyktowania indywidualnego. Jednocześnie należy uczyć sposobu prowadzenia dokumentacji stacyjnej przy rozmowach telegraficznych.

Również na tym etapie szkolenia telegrafiści powinni zapoznać się dokładnie z pracą ekspedycji telegrafu i praktycznie przerobić wszystkie czynności funkcyjnych ekspedycji.

Szybkość pracy telegrafistów podczas końcowych ćwiczeń drugiego etapu szkolenia powinna wynosić na aparatach bodo — 700 słów/godzinę, na aparatach ST-35 — 800 słów/godzinę.

W trzecim etapie szkolenia telegrafistów szkolimy ich na czynnych aparatach w linii. W tym okresie telegrafista musi nauczyć się wszystkich czynności i obowiązków, zasad całej służby ruchu telegraficznego i osiągnąć szybkość pracy przewidzianą programem szkolenia. Szkolenie poprzedzone zostaje podaniem zasad praktycznego uruchamiania i najprostszej regulacji aparatu telegraficznego oraz zasad nawiązywania łączności.

Wymianę telegramów rozpoczynamy od 50 słów i zwiększamy następnie ilość słów do 75, 100 i 150. Telegramy dajemy różnych rodzajów i różnej treści, pisane na maszynie, ręcznie i na aparacie telegraficznym. W początkowym okresie ilość telegramów zakodowanych powinna wynosić około 20 — 30%, a następnie powiększamy ją do 50%.

Jednocześnie z nabywaniem wprawy w pracy i zwiększaniem tempa szkolimy telegrafistów w prowadzeniu rozmów telegraficznych, wywoływaniu korespondenta do aparatu, prowadzeniu dziennika aparatowego przy rozmowach oraz szkolimy w prowadzeniu rozmów służbowych związanych z pracą przy nadawaniu telegramów.

Zajęcia należy organizować tak, aby praca była prowadzona w ten sposób jak na czynnej stacji telegraficznej. Początkowo dyżury telegrafistów należy wyznaczać co cztery godziny, a następnie co osiem godzin. W dalszym okresie szkolenia należy przejść do pracy w warunkach polowych, przy czym praca stacji telegraficznej powinna trwać bez przerwy 24 godziny.

Na zakończenie jeszcze raz pragnę podkreślić, że szkolenie powinno iść po drodze jak najlepszej jakości nadawania telegramów, nawet kosztem szybkości pracy. Zasadniczo telegramy powinny być nadawane bez błędów, dopuszczalna maksymalna ilość błędów na dostateczną ocenę wynosi 1% ilości wymienianych słów.

Kpt. ALEKSY BRODOWSKI.

JAK PROWADZIĆ ZAJĘCIA Z BUDOWY LINII TYCZKOWEJ

Budowa linii tyczkowej należy do jednego z trudniejszych przedmiotów w programie szkolenia pododdziałów łączności. Niestaranne przygotowanie się dowódców do zajęć z tego przedmiotu — zwłaszcza w początkowych okresach nauczania — przyczynia się do znacznego obniżenia sprawności budowy linii w przyszłości i przysparza dowódcom wiele kłopotów, gdyż nie są oni w stanie należycie kierować pracą całego zespołu, jeżeli poszczególni funkcyjni nie wykonują prawidłowo należących do nich czynności. Budowa linii tyczkowej jest pracą wybitnie zespołową i sprawny jej przebieg zależy od dokładnego współdziałania ze sobą patroli i funkcyjnych pododdziału budowlanego. Z tych właśnie względów od samego początku szkolenia organizacja zajęć z budowy linii powinna być starannie przemyślana i sprawna. Jeżeli chodzi o metodykę szkolenia, zajęcia powinny być prowadzone jak najbardziej poglądowo i praktycznie, by żołnierze wszystkie czynności przerabiali osobiście, by nabierali wprawy i doskonalili się w nich, dochodząc stopniowo do najwyższej jakości i sprawności wykonania. Nie można dopuścić do tego, by któraś z czynności była wykonywana niestarannie i niedokładnie. Błąd popełniony przez jednego żołnierza w czasie budowy linii niszczy pracę całego zespołu, może zniszczyć sprzęt (połamanie tyczek, zerwanie przewodu itp.) i opóźni lub uniemożliwi wykonanie zadania otrzymanego przez zespół. Dowódcy muszą stale podkreślać wielką odpowiedzialność za swoją pracę każdego z funkcyjnych i wyjaśniać, jakie skutki może spowodować niedbałe wykonanie przez nich czynności.

Poniżej podaję przykłady planów - konspektów zajęć na dwa kolejne zajęcia z początkowego okresu szkolenia w budowie linii tyczkowej. Celem pierwszego zajęcia jest nauczenie żołnierzy prawidłowego wykonywania czynności przy budowie linii w zespole, drugie zajęcie obejmuje budowę 3 km odcinka linii. Oczywiście żołnierze na poprzednich zajęciach powinni zaznajomić się już z zasadami budowy linii, składem pododdziału budowlanego, jego podziałem, sprzętem do budowy oraz nauczyć się pojedynczo wykonywać czynności funkcyjnych jak wybijanie otworów na tyczki, ustawianie i mocowanie różnych tyczek, mocowanie i naciąganie przewodu itp.

Pierwsze podane niżej zajęcie zapoznaje żołnierzy z zasadami pracy w zespole. Zawiera ono podział plutonu na półplutony, patrole i funkcyjnych, zapoznaje z czynnościami funkcyjnych w każdym patrolu, zbiórkami patrolu do pracy i czynnościami przy pobieraniu i składaniu sprzętu. W dalszym ciągu zajęcia dowódca plutonu demonstruje czynności funkcyjnych w zespole w ten sposób, że dowódcy drużyn jako funkcyjni patroli przerabiają kolejno najpierw czynności 1 patrolu, po tym drugiego, trzeciego i czwartego. Wreszcie pluton przystępuje do budowy linii — a po tym do zwijania — wszystkimi patrolami w zespole. Budowę prowadzimy na krótkiej odległości 10 — 12 przelotów (około 500 — 600 metrów) w linii prostej w terenie otwartym w zupełnie wolnym terenie. Główną uwagę należy tu zwrócić na jakość wykonywanej pracy, a nie na szybkość. Każdy zauważony błąd należy natychmiast poprawić, demonstrując osobiście wykonanie odpowiedniej czynności.

W wypadku stwierdzenia większych niedociągnięć ze strony szeregu funkcyjnych budowę należy przerwać, jeszcze raz zademonstrować prawidłowe wykonanie czynności i budowę rozpocząć od nowa.

Drugie zajęcie obejmuje ćwiczenie w budowie linii z nawiązaniem łączności na krótkiej odległości (3 km) w terenie otwartym bez trudnych przejść z 2 lub 3 załamaniami linii. Podział plutonu na półplutony, patrole i funkcyjnych należy na te zajęcia przeprowadzić już poprzedniego dnia w czasie nauki własnej. Również sprzęt do budowy musi być przygotowany i sprawdzony dnia poprzedniego i najlepiej — po załadowaniu na wozy — oddany za pośrednictwem dowódcy warty pod opiekę wartownika np. przy magazynach. Odnosi się to również do zajęcia poprzedniego.

W ramach zajęcia należy przewidzieć kilka ćwiczeń z wyszkolenia ogólnowojskowego np. przemarsz wykorzystać jako przemarsz plutonu z ubezpieczeniem, w czasie budowy zarządzić alarm plot. pgaz itp.

ZATWIERDZAM

Dca Kompanii

PLAN-KONSPEKT

zajęć z budowy linii polowo-tyczkowych w plutonie 3 na dzień . . . . . .

Temat: Zasady budowy linii tyczkowej. Organizacja pracy w półplutonie.

Treść ćwiczenia:

a) Skład półplutonu budowlanego i podział na patrole.

b) Obowiązki poszczególnych funkcyjnych.

c) Praca funkcyjnych w zespole.

Cel: Nauczyczyć żołnierzy prawidłowego wykonywania czynności przy budowie linii tyczkowych w zespole.

Metoda: Pokaz i praktyczna praca żołnierzy.

Pomoce naukowe: Zestw sprzętu dla dwóch półplutonów.

Czas: 4 godz.

Miejsce ćwiczenia: (wskazać)

Przebieg ćwiczenia:

Lp.	Zagadnienie i czas	Treść	Wskazówki metodyczne
1	Odebranie raportu sprawdzenie obecności i przemarsz na miejsce ćwiczeń 15 min.		
2	Zapoznanie plutonu z tematem i celem zajęć. Sprawdzenie przyswojenia materiału z poprzednich lekcji. 15 min.	Temat i cel ćwiczenia jak na początku konspektu. Pytania kontrolne: 1. Opisać sposób wytyczania linii. 2. Kiedy stosuje się ósemkowe mocowanie przewodu i jak się je wykonuje. 3. Jak wykonuje się przejścia przez drogi.	Po wyjaśnieniu tematu i celu ćwiczenia podaję kolejno pytania kontrolne. Najpierw zadaję pytanie i po chwili wymieniam nazwisko. Do odpowiedzi wywołuję raczej słabszych żołnierzy i ich odpowiedzi poprawiam i uzupełniam. Żołnierze przerabiają praktycznie zadane im pytania
3	Podział plutonu na półplutony, patrole i funkcyjnych. 5 min.	Przeprowadzenie podziału na półplutony, patrole i funkcynych, przeprowadzenie zbiórki do pracy.	Po zarządzeniu zbiórki dzielę pluton na dwa półplutony. Pracą pierwszego półplutonu kieruję ja, drugiego mój zastępca. Objaśniamy podział półplutonu na patrole i funkcyjnych oraz szyk półplutonu przed rozpoczęciem prac. Podajemy komendę „Półpluton do pracy zbiórka". Sprawdzamy prawidłowość szyku i powtarzamy tę komendę kilkakrotnie.
4	Pobieranie sprzętu. 20 min.	Zapoznanie z ułożeniem sprzętu na środkach transportowych. Zapoznanie funkcyjnych z czynnościami przy pobieraniu sprzętu. Funkcyjni pierwszego patrolu pobierają: 1 funkcyjny — torbę z klinami, 2 funkcyjny — 4 tyczki 3 funkcyjny — 3 tyczki i pal odciągowy ze	Zapoznaję (równocześnie robi to samo mój zastępca) żołnierzy z ułożeniem sprzętu na środkach transportowych, po czym objaśniam poszczególnym funkcyjnym, jaki będą pobierać sprzęt. Po dwu lub trzykrotnym sprawdzeniu czy pamiętają jaki sprzęt mają brać, wydaję rozkaz „Pobrać sprzęt". Żołnierze udają się po sprzęt, po czym wracają do swego szyku. Wydaję rozkaz

Lp.	Zagadnienie i czas	Treść	Wskazówki metodyczne
		sznurem do tyczki początkowej. Funkcyjni 2 patrolu pobierają: 1 funkcyjny — łom, rękawice, gwizdek i chorągiewkę. 2 i 3 funkcyjni — łomy i rękawice. Funkcyjni trzeciego patrolu pobierają: 1 i 2 funkcyjni — ramę z przewodem, 3 funkcyjny — torbę z narzędziami nr 285 i parę rękawic. Funkcyjni 4 patrolu pobierają: d-ca drużyny — aparat telefoniczny, torbę z narzędziami nr 257 i gwizdek. 3 i 4 funkcyjni — po parze rękawic. 5 funkcyjny — toporek.	„Złożyć sprzęt". Żołnierze składają sprzęt z powrotem. Czynności pobierania i składania sprzętu powtarzam kilka razy. Następnie zmieniam podział na patrole i funkcyjnych, po czym jeszcze dwukrotnie przerabiam pobranie i składanie sprzętu.
	Przerwa 10 min.		
5	Obowiązki i czynności funkcyjnych. 20 min.	Przypomnienie obowiązków i pokaz czynności poszczególnych funkcyjnych przy budowie linii.	Zarządzam zbiórkę plutonu i objaśniam kolejno obowiązki i czynności poszczególnych funkcyjnych. Jednocześnie demonstruję zespołowe czynności funkcyjnych w poszczególnych patrolach, w których skład wchodzą dcy drużyn, mój zastępca i ja. Demonstrację przeprowadzam na krótkim odcinku linii — 4 do 5 przelotów. Demonstruję pracę 1 patrolu. Skład patrolu: dca plutonu jako dcy patrolu, trzech dców drużyn jako funkcyjni. Patrol na rozkaz „do pracy przystąp" udaje się do wozu po sprzęt, po czym dca patrolu wskazuje miejsce ustawienia tyczki początkowej i punkt orientacyjny w terenie wyznaczający kierunek budowy linii. Funkcyjny 1 roznosi kliny do umocowania tyczek odmierzając krokami (około 70 kroków) odległości między miejscami usta

Lp.	Zagadnienie i czas	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
			wienia tyczek. Funkcyjni 2 i 3 roznoszą tyczki. Po odmierzeniu 4—5 przelotów patrol powraca na miejsce zbiórki.
			Demonstruję pracę 2 patrolu: trzech dców drużyn jako funkcyjni. Na rozkaz „do pracy przystąp“ patrol udaje się po sprzęt, po czym funkcyjny 1 ustawia tyczkę początkową, funkcyjni 2 i 3 ustawiają się w miejscu 2 i 3 tyczki. Funkcyjny 1 kieruje pracą wybijania 2 i 3 otworu, po czym na zmianę z 2 i 3 funkcyjnymi wybijają następne otwory. Po wybiciu 4—5 otworów patrol wraca na miejsce zbiórki.
			Demonstruję pracę 3 patrolu. Skład patrolu: trzech dców drużyn jako funkcyjni. Na rozkaz „do pracy przystąp“ patrol pobiera sprzęt, funkcyjni 2 i 3 rozwijają przewód, funkcyjny 1 wygładza przewód. Po rozwinięciu 4—5 przelotów patrol powraca na miejsce zbiórki.
			Demonstruję pracę 4 patrolu. Skład patrolu: ja jako dca patrolu, mój zastępca i 4 dców drużyn jako funkcyjni. Na rozkaz „do pracy przystąp“ patrol pobiera sprzęt i udaje się na miejsce pracy. Wykonuję wiązanie przewodu na tyczce początkowej i dołączenie do przewodu kabla polowego. Po wykonaniu tego funkcyjny 1 ustawia tyczkę początkową i wykonuje odciąg. Jednocześnie funkcyjny 2 nakłada przewód i ustawia tyczkę. Funkcyjny 3 naciąga przewód między 2 i 3 tyczką, dowódca patrolu kontroluje naciąg przewodu.
			Funkcyjni 1 i 2 ustawiają tyczki 3 i 4. Funkcyjny 4 naciąga przewód pomiędzy 4 i 5 tyczką. Funkcyjny 3 zwalnia naciągnięty przewód. Funkcyjny 5 w tym czasie mocuje klinami pierwszą tyczkę, po czym przechodzi do mocowa-

Lp.	Zagadnienie i czas	Treść	Wskazówki metodyczne
			nia następnych tyczek. Po wykonaniu 4 przelotów pracę przerywam i mocuję przewód
6	Obowiązki i czynności przy zwijaniu linii. 15 min.	Pokaz czynności poszczególnych funkcyjnych przy zwijaniu linii.	Zarządzam zbiórkę plutonu w pobliżu 3 przelotu. Objaśniam kolejno czynności poszczególnych funkcyjnych przy zwijaniu linii. Jednocześnie demonstruję kolejno czynności poszczególnych patroli. Demonstruję pracę 4 patrolu: funkcyjny 5 wybija i wyjmuje kliny i układa obok tyczek. Funkcyjny 1 i 2 wyjmują tyczki i zwalniają przewód. Jednocześnie funkcyjny 3 i 4 przytrzymują na zmianę przewód za ostatnio wyjętą wtyczkę, by linia nie przewróciła się. Zwijam wszystkie wybudowane przeloty. Demonstuję pracę 1 patrolu: Funkcyjny 1 zbiera kliny do torby i odnosi je do wozu. funkcyjni 2 i 3 zbierają tyczki i odnoszą je również do wozu. Demonstruję pracę 3 patrolu: 2 i 3 funkcyjni nawijają przewód na zwijak, 1 funkcyjny wygładza i kieruje przewód na zwijak. Wyjaśniam, że 2 patrol wykonuje te same czynności co patrol 3.
	Przerwa 10 min.		Podczas przerwy odpowiadam na pytania żołnierzy.
7	Budowa linii 50 min.	Praktyczna praca patroli w zespole przy budowie linii.	Po podaniu komendy „Półplutonami do pracy zbiórka“, podaję krótko zadanie a następnie komendy „Pobrać sprzęt“ i „Do pracy przystąp“. Patrole budują we wskazanym kierunku w linii prostej 12—15 przelotów linii w tempie zwolnionym. W czasie budowy poprawiam natychmiast zauważone błędy w pracy funkcyjnych. Po wybudowaniu linii koniec przewodu mocuje się. Zarządzam zbiórkę półplutonów i krótko omawiam prze-

Lp.	Zagadnienie i czas	Treść	Wskazówki metodyczne
			bieg ćwiczenia. Wydaję komendę „Rozejść się".
8	Zwijanie linii 30 min.	Praktyczna praca patroli w zespole przy zwijaniu linii.	Podajemy komendę „Półpluton do zwijania linii zbiórka" i krótko zadanie półplutonów. Sprawdzamy czy funkcyjni znają dobrze swoje obowiązki. Wydajemy komendę „Pobrać sprzęt" i „do pracy przystąp". Półplutony zwijają linię, wykonując czynności poprzednio przez nas demonstrowane. Szczególną uwagę zwracamy na czynności funkcyjnych przytrzymujących przewód. Zauważone błędy natychmiast poprawiamy. Funkcyjni składają sprzęt liniowy na wozy w czasie pracy.
9	Czyszczenie sprzętu 10 min.		
10	Zakończenie ćwiczeń 10 min.	Omówienie i zakończenie ćwiczeń. Zadania na naukę własną: przerobić paragrafy 243—276 i 286—295 „Instrukcji o polowych liniach łączności".	Zarządzam zbiórkę plutonu, omawiamy ćwiczenie, wskazując braki, błędy i niedociągnięcia, podaję nazwiska wyróżniających się oraz ganię pracujących niestarannie lub nieumiejętnie. Wskazuję, jak powinni pracować prawidłowo. Zwracamy się do żołnierzy o zadawanie nam pytań i odpowiadamy na nie. Podaję zadania na naukę własną.
11	Powrót do miejsca zakwaterowania 15 min.	Powrót i zdanie sprzętu.	Sprzęt zdaje mój zastępca.

Dca plutonu

. . . .

ZATWIERDZAM
Dca Kompanii

....

PLAN-KONSPEKT

zajęć z budowy linii polowo-tyczkowych w plutonie 3 na dzień . . . . .

Temat: Budowa i zwijanie linii tyczkowej.

Treść ćwiczenia: Budowa i zwijanie linii tyczkowej w terenie mało urozmaiconym na krótkie odległości.

Cel: 1. Nauczyć żołnierzy dokładnej i sprawnej budowy linii tyczkowej w terenie.
2. Nauczyć prawidłowego wykonywania czynności przez poszczególnych funkcyjnych.
3. Nauczyć zgodnego z przepisami instrukcji zwijania linii tyczkowych.

Metoda: Praca praktyczna żołnierzy pod kierownictwem dowódcy plutonu (wykładowcy).

Pomoce naukowe: Zestaw sprzętu dla dwóch półplutonów,
4 wypełnione telefonogramy,
4 blankiety telefonogramów.

Czas: 4 godziny.

Miejsce ćwiczenia: (wskazać)

Przebieg ćwiczenia:

Lp.	Zagadnienie i czas	Treść	Wskazówki metodyczne
1	Przemarsz na teren ćwiczeń 15 min.	Przemarsz plutonu w ubezpieczeniu marszowym.	Wyznaczyć ubezpieczenie i obserwacje.
2	Treść i cel zajęcia. Powtórzenie przerobionego materiału. Zapoznanie z sytuacją i zadaniem plutonu 30 min.	Zapoznanie z tematem i celem zajęcia. Pytania kontrolne: 1. Podać skład 1 patrolu półplutonu tyczkowego i organizację pracy tego patrolu w czasie budowy. 2. Omówić skład 2 patrolu, pobierany sprzęt do pracy i organizację pracy tego patrolu. 3. Podać skład 3 patrolu i jego czynności. 4. Podać skład 4 patrolu i jego czynności. 5. Objaśnić, gdzie się stawia tyczki przydro-	Podaję temat i cel zajęcia. Zadaję pytania kontrolne. Za odpowiedzi wystawiam oceny podając je do wiadomości pytanym i wpisuję je do dziennika lekcyjnego. Zapoznaję żołnierzy z sytuacją i zadaniem plutonu: „Nasze jednostki po przełamaniu obrony npla na rzece „N" kontynuują natarcie w kierunku zachodnim. Dla zapewnienia łączności telegraficznej należy wybudować linie od SD....... do SO........ (podać jednostki, miejscowości i koordynaty). Czas gotowości dn.. . . . . . godz. . . . . . Po wybudowa-

Lp.	Zagadnienie i czas	Treść	Wskazówki metodyczne
		żne i sposób ich umocowania. Podanie sytuacji i zadania plutonu.	niu linii dbać o jej należyty stan techniczny". Dowódcom półplutonów wydaję mapy i kryptonimy. Sprawdzam zrozumienie sytuacji i zadania i wyjaśniam ewentualne niejasności. Podaję komendę: „Rozejść się".
3	Budowa linii 90 min.	1. Pobranie sprzętu przez funkcyjnych. 2. Praca funkcyjnych przy budowie linii.	Wydaję rozkaz „Półplutonami do pracy zbiórka". Dowódcy półplutonów wydają komendy „Pobrać sprzęt". Poszczególni funkcyjni pobierają odpowiedni sprzęt i ustawiają się z nim na poprzednim miejscu. Dowódcy półplutonów sprawdzają czy funkcyjni pobrali odpowiedni sprzęt. Po wykonaniu tego wydają komendę „Do pracy przystąp". Funkcyjni wykonują swe czynności jak podano w poprzednim konspekcie. Zwrócić uwagę na prawidłowe wykonanie czynności przez funkcyjnych w czasie budowy. Zwrócić uwagę na przedzwanianie linii po każdym rozwinięym bębnie drutu. Nie zezwalać na zbytnie rozciąganie się plutonu. Zauważone błędy natychmiast usuwać i wskazywać osobiście prawidłowe wykonanie czynności. Zwrócić uwagę na dyscyplinę i bojowe zachowanie się półplutonu w czasie pracy. Zarządzić alarm plot. Nawiązać łączność telefoniczną na wybudowanej linii. Nadać po 2 telefonogramy.
	Przerwa 10 minut		
4	Zwijanie linii 45 min.	Zwijanie linii.	Zarządzić zbiórkę podając komendę „Półplutonami do zwijania linii zbiórka". Podać nową sytuację bojową „Nasze jednostki przeszły do pościgu za nieprzyjacielem". Zadanie: Zwinąć linię i udać

Lp.	Zagadnienie i czas	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
			się do m/........ pozostając do dyspozycji szefa łączności jako odwód". Dowódcy pół.. plutonów wydają komendę „Pobrać sprzęt" i „Do pracy przystąp". W czasie zwijania linii sprawdzić organizację pracy, zauważone błędy natychmiast usuwać, podając sposób należytego wykonania. Sprzęt należy składać na wozy w czasie zwijania linii. W połowie trasy zarządzić alarm w związku z pojawieniem się pojedyńczych odciętych żołnierzy nieprzyjaciela.
5	Konserwacja sprzętu 15 min.	Czyszczenie i załadowanie sprzętu.	Sprawdzić stan sprzętu i sposób jego załadowania.
6	Omówienie ćwiczenia 10 min.	Omówienie budowy i zwijania linii. Zadania na naukę własną: przestudiować III rozdział „instrukcji o polowych liniach łączności".	Zarządzić zbiórkę plutonu i omówić przebieg budowy i zwijania linii, zwracając szczególną uwagę na błędy zauważone w czasie pracy. Omówić czynności funkcyjnych błędnie przez nich wykonywane. Ocenić pracę poszczególnych patroli i funkcyjnych. Udzielić pochwały wyróżniającym się, słabszym natomiast wskazać sposób usunięcia braków i niedociągnięć.
7	Powrót do koszar 15 min.	Marsz ze śpiewem.	Zwrócić uwagę na dyscyplinę w czasie marszu, krycie i równanie.
8	Zdawanie sprzętu 10 min.	Zdawanie sprzętu do magazynu.	Dopilnować należytego zdania sprzętu do magazynu.

Dowódca plutonu

....

Kpt. BOLESŁAW STASZKIEWICZ

SZKOLENIE PODODDZIAŁÓW W BUDOWIE LINII KABLEM CIĘŻKIM

W artykule niniejszym chcę podzielić się spostrzeżeniami i uwagami dotyczącymi początkowego szkolenia pododdziałów w budowie linii kablem ciężkim. W zasadzie większość dowódców zdaje sobie sprawę, że dokładne opanowanie poszczególnych elementów budowy zależy od prawidłowej organizacji i należytego przemyślenia ćwiczenia, opracowania konspektu, wyboru odpowiedniego miejsca, należytego przygotowania sprzętu i środków przewozowych oraz od zastosowania właściwej metodyki. Doświadczenia ubiegłych lat wykazały niezbicie, że najlepszą metodą szkolenia jest prowadzenie jak największej ilości zajęć praktycznych, w czasie których należy zwracać baczną uwagę na niedociągnięcia, a popełniane błędy natychmiast poprawiać.

Najważniejszą rzeczą przy budowie linii jest dokładne opanowanie czynności poszczególnych funkcyjnych przez wszystkich żołnierzy oddziału. Źle robią dowódcy, którzy od samego początku żądają od podwładnych szybkiego tempa budowy, a zapominają o stronie technicznej. Taka metoda odbija się ujemnie na dalszym szkoleniu. Żołnierze przyzwyczajają się do niedbałej pracy, a linia bardzo często źle działa i ulega częstym uszkodzeniom, co w warunkach bojowych ujemnie może się odbić w utrzymaniu ciągłej i niezawodnej łączności. Niedbała budowa linii pociąga za sobą niszczenie mienia wojskowego, ponieważ kabel jest narażony na różnego rodzaju uszkodzenia.

Artykuł ma na celu podanie organizacji i metodycznego przeprowadzenia zajęć z budowy linii kablem ciężkim.

W wielu pododdziałach traci się zbyt dużo czasu na teoretyczne szkolenie żołnierzy z budowy linii na sali wykładowej. Instruktorzy mający za mało praktyki metodycznej chętniej prowadzą zajęcia

w salach wykładowych, przez co nie wzbudzają u żołnierza chęci i zamiłowania do przedmiotu i młodym żołnierzom trudno przyswoić teoretycznie te zagadnienia, które znacznie szybciej przyswoiliby sobie przerabiając je praktycznie. O wiele szybciej i gruntowniej opanowuje się wszelkie zasady budowy linii, jak poznanie sprzętu używanego do budowy, podział drużyny, obowiązki poszczególnych funkcyjnych, zasady maskowania linii, rozmieszczenie funkcyjnych po wybudowaniu linii w czasie praktycznego wielokrotnego przerabiania czynności budowy linii. Dlatego uważam za zupełnie niepożądane prowadzenie zajęć z budowy linii polowych w sali.

Dla łatwiejszego i dokładnego opanowania zasad budowy linii, niezależnie od tempa budowy, cały okres szkolenia podzielić można na następujące podokresy:

1. Szkolenie w dokładnym opanowaniu zasad budowy pod względem technicznym i organizacyjnym przy rozwijaniu linii pieszo i z samochodów na krótkie odległości.

2. Szkolenie ze stopniowym przyspieszaniem czasu budowy z zachowaniem technicznych zasad budowy linii na odległość poniżej 5 km.

3. Szkolenie w budowie linii na czas na dłuższych trasach z zachowaniem technicznych zasad budowy linii.

We wszystkich trzech podokresach należy przestrzegać technicznych zasad budowy linii i od samego początku uczyć zasad użytkowania linii. Ćwiczenie można kończyć wtedy, gdy linia działa dobrze i dokonano na niej wymiany telefonogramów.

Przy omawianiu poszczególnych podokresów szkolenia zatrzymam się dłużej nad podokresem pierwszym, bowiem kilkuletnia praktyka szkolenia wykazuje, że wielu instruktorów zbyt mało uwagi zwraca na dokładne opanowanie technicznych zasad budowy linii, dążąc od samego początku szkolenia do osiągnięcia jak najkrótszego czasu budowy. Naturalnie, taka metoda daje złe wyniki, ponieważ znacznie łatwiej jest zwiększyć tempo budowy niż wyeliminować zakorzenione u żołnierzy nawyknienia niestarannego, a nawet błędnego wykonania technicznego.

Dowódca, który w pierwszym podokresie nie zwróci uwagi na techniczną stronę budowy linii, musi włożyć dużo pracy i czasu zanim usunie braki techniczne wytykane przez przełożonych na każdym kroku. Tak wyszkolone zespoły budowały linie w stosunkowo szybkim tempie, lecz traciły później wiele czasu na nawiązanie

łączności lub w ogóle jej nie nawiązywały. Zespoły, które od początku drobiazgowo przestrzegały wszystkich technicznych zasad budowy linii, osiągały bardzo dobre wyniki. Linie te były budowane w krótkim czasie i pracowały niezawodnie, żołnierze pracowali chętnie i byli ze swej pracy dumni, widząc że ich linia działa dobrze i przełożeni nie mają żadnych uwag co do czasu budowy i strony technicznej. Stąd jasne się staje, że szybkość budowy należy zwiększać dopiero wtedy, gdy żołnierze całkowicie opanują techniczne zasady budowy linii. Szybkość budowy należy zwiększać stopniowo sprawdzając stale jakość wykonania technicznego.

Niewłaściwie postępują również dowódcy, którzy zwracają uwagę tylko na budowę i użytkowanie linii, natomiast nie przywiązują dużej wagi do jej zwijania, zdając całkowicie ten etap ćwiczenia na podoficerów lub szeregowców w wielu wypadkach mało doświadczonych. Dlatego tak budowa jak i zwijanie linii musi być jednakowo traktowane przez wszystkich dowódców.

Należy zwrócić także uwagę na to, by poszczególni żołnierze opanowali czynności wszystkich funkcyjnych, stosując zamianę funcyjnych w czasie budowy, jak również na każde ćwiczenia przeprowadzać nowy podział funkcyjnych.

We wszystkich podokresach budowy linii należy stwarzać różnorodne sytuacje zbliżone do bojowych. Po wybudowaniu i w czasie budowy linii wykonywać należy uszkodzenia i doskonalić żołnierzy w ich usuwaniu.

Budowę linii należy prowadzić w różnych warunkach atmosferycznych i terenowych. W żadnym wypadku nie należy odkładać budowy linii z powodu złej pogody, deszczu, śniegu itp., ponieważ nauczymy żołnierza budować linie tylko w sprzyjających warunkach.

Planowanie budowy linii

Na osiągnięcie dobrych wyników budowy ma duży wpływ celowe i prawidłowe planowanie zajęcia. Planując zajęcie trzeba zwrócić uwagę, aby w początkach szkolenia zajęcia nie trwały dłużej niż cztery godziny. Ćwiczenie z budowy linii należy łączyć z ćwiczeniami w rozwijaniu urządzeń stacyjnych, jak rozwijanie stacji telefoniczno-telegraficznej, rozwijanie i obsługiwanie PKB itp. Ćwiczenia z budowy linii należy również łączyć z niektórymi ćwiczeniami z wyszkolenia ogólno-wojskowego, np. terenoznawstwem —

marsz według azymutu i mapy, wyszkoleniem saperskim — przeprawy przez przeszkody wodne itp.

Planując ćwiczenie należy przewidzieć możliwości zaopatrzenia zespołów w środki przewozowe oraz dostarczenie w odpowiednim czasie posiłków.

Sprzęt do ćwiczeń należy bezwarunkowo pobrać i przygotować wieczorem dnia poprzedniego wyznaczając do tego celu podoficera. Przygotowany sprzęt należy powierzyć opiece wartownika, np. przy magazynach i o obowiązku pilnowania sprzętu należy wartownika zawiadomić przez dowódcę warty.

Instruktaż

Duży wpływ na wyniki wyszkolenia w budowie linii ma prawidłowe prowadzenie instruktaży, szczególnie dla początkujących instruktorów. Dlatego też instruktaż musi odbyć się na miejscu ćwiczenia, musi być poparty praktycznym pokazem wszystkich czynności przy budowie oraz muszą być dokładnie omówione takie zagadnienia, jak organizacja pracy i podział funkcyjnych, zasady przedzwaniania i maskowania linii, sposób przeprowadzania zmian funkcyjnych w czasie budowy, podział zespołu do zwijania linii itp.

Na instruktażu dowódca powinien wyraźnie podać cel ćwiczenia i zadania stojące przed przeprowadzającymi ćwiczenia oraz omówić niedociągnięcia i błędy zauważone podczas ćwiczenia poprzedniego.

Przygotowanie dowódcy do przeprowadzenia ćwiczenia

Pracę związaną z przygotowaniem dowódcy do budowy linii podzielę na kilka kolejnych czynności:

1. Otrzymanie instruktażu od dowódcy przełożonego.
2. Dokładne zapoznanie się z treścią i terminem ćwiczenia.
3. Przestudiowanie celu ćwiczenia i opracowanie konspektu.
4. Sprawdzenie sprzętu, materiału i potrzebnej dokumentacji.
5. Zapotrzebowanie i sprawdzenie środków przewozowych.
6. Rozpoznanie terenu ćwiczenia i sporządzenie szkicu budowy zespołów.
7. Udzielenie instruktażu dowódcom zespołów.
8. Dopilnowanie terminowego załadowania sprzętu i przygotowania

Pragnąc ułatwić pracę młodszym dowódcom w przygotowaniu się do zajęć podam niżej wzory konspektów na dwa kolejne ćwiczenia z budowy linii.

ZATWIERDZAM
Dowódca kompanii

. . . .

PLAN - KONSPEKT

zajęć w 2 plutonie na dzień . . . .

Przedmiot: Budowa linii kablem ciężkim.

Temat: Zasada budowy linii kablem ciężkim.

Treść ćwiczenia:

a) Przeznaczenie linii kablowej.
b) Sprzęt używany do budowy linii.
c) Skład zespołu budowlanego, podział na funkcyjnych i ich obowiązki.
d) Zasada budowy i maskowania linii.

Cel: a) Zapoznać żołnierzy z przeznaczeniem linii i zasadami jej budowy.
b) Nauczyć obowiązków poszczególnych funkcyjnych.

Metoda zajęć: Objaśniająco-pokazowa oraz praktyczne wykonywanie czynności przez żołnierzy.

Pomoce naukowe i sprzęt:

2 komplety sprzętu do budowy linii składające się z:
— 1 km kabla
— 10 podwieszaków do zawieszania kabla
— 5 aparatów telefonicznych
— 5 uziemień
— 3 zestawów narzędziowych (jeden nr 257 i dwa nr 285),
— 2 cewek zapasowych,
— 20 palików do układania cewek
— 20 palików do umocowania kabla
— topora
— 1 kilofa
— 4 łopat saperskich dużych
— 2 par słupołazów
— 3 dzienników stacyjnych,
— 3 dzienników obchodu linii
— 30 blankietów telefonogramów.

Czas: 2 godziny.

Miejsce ćwiczenia: (podać)

Przebieg ćwiczenia:

Lp.	Zagadnienie i czas	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
1	Odebranie raportu i sprawdzenie obecności 3 min.	Odnotowanie obecności w dzienniku	
2	Zapoznanie plutonu z tematem i celem zajęć 10 min.	Temat i cel ćwiczenia jak na początku konspektu. Pytania sprawdzające: 1) W jakim celu uczymy się budować linie kablem ciężkim? 2) Dlaczego powinniśmy dbać i oszczędzać sprzęt i materiał do budowy linii?	Po podaniu tematu i celu zajęć zadaję pytania żołnierzom, odpowiedzi żołnierzy uzupełniam i krótko omawiam przeznaczenie linii, np. linie spełniają bardzo ważne zadania, umożliwiają dowództwu kierowanie wojskami, dają możność uzyskania łączności telefoniczno telegraficznej. Nawiązując do odpowiedzi związanej z troską i opieką nad sprzętem, podaje że kabel jest drogi i stanowi majątek państwa ludowego i przez właściwe użytkowanie oraz konserwację kabla przynosimy państwu duże oszczędności.
3	Podział plutonu na zespoły budowlane i zespołów na funkcyjnych — 7 min.	Podać komendę: „Dcy zespołów wystąp!'' „W plutonie do dziesięciu odlicz!'' Przedstawienie dowódców zespołów. Wyznaczenie funkcyjnych w zespołach.	Dowódcy zespołów budowlanych dzielą zespoły na funkcyjnych i podają komendę: „Funkcjami odlicz!" Następnie podają rozkaz „Rozejść się'', a po chwili rozkaz „2 pluton zespołami do budowy zbiórka''. Dla dokładniejszego opanowania przeprowadzam zbiórkę 2—3 razy.
4	Zapoznanie plutonu z narzędziami i materiałem do budowy linii — 15 min.	Narzędzia i materiał: — kabel ciężki 4-ro żyłowy, — rama przenośna, — podwieszaki do kabla — cewki — zestawy narzędziowe — Sprzęt do maskowania linii — rososzka, słupołazy, paliki, topór, kilof, łopata saperska.	Wymieniam sprzęt i opisuję jego budowę, dowódcy zespołów pokazują wymieniony sprzęt. Zostawiam kilku minut dowódcom zespołów na sprawdzenie opanowania przez funkcyjnych nazw i budowy sprzętu.
5	Pobieranie sprzętu przez funkcyjnych 15 min.	Zapoznanie funkcyjnych jaki mają zabierać sprzęt. Funkcyjny 1 i 2 oraz 3 i 4 zabierają ramę przenośną i po zwijaku kabla. Funkcyjni 5 i 6 zabierają po jednym ap. telef. i po 1 zestawie narzędziowym, ponadto funkcyjny	Po wymienieniu sprzętu zabieranego przez funkcyjnych dowódcy zespołów wydają im sprzęt. Po dokładnym zapoznaniu się ze sprzętem przez funkcyjnych wydaję rozkaz „Złożyć sprzęt'', po tym „Wziąć sprzęt''. Ćwiczenie to przerabiam kilka razy.

Lp.	Zagadnienie i czas	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
		5 zabiera skrzynki dla stacji kontrolnej. Funkcyjni 7, 8 i 9 zabierają sprzęt do maskowania linii. Funkcyjny 10 zabiera 2 ap. telef., zestaw narzędzi nr 257, łopatę, topór oraz końcówkę kablową.	
6	Przerwa 5 min.		
7	Zapoznanie z obowiązkami funkcyjnych — 15 min.	Podać obowiązki poszczególnych funkcyjnych.	Obowiązki funkcyjnych podają dowódcy drużyn. Po podaniu obowiązków żądają powtórzenia ich przez poszczególnych funkcyjnych.
	Zasady budowy i maskowania linii 25 min.	Sposób prawidłowego rozwijania, przedzwaniania kabla oraz łączenia końcówek. Układanie cewek na palikach. Umocowywanie kabla do palików i drzew. Zawieszanie kabla na drzewach przy zastosowaniu podwieszaków. Układanie kabla w rowkach.	Dowódcy zespołów pokazują wykonywanie wymienionych czynności, a następnie te czynności przerabiają funkcyjni zespołów. Po opanowaniu czynności przez żołnierzy daję rozkaz przerwać ćwiczenia. Zadaję pytania: 1. Jak powinniśmy budować linię. 2. Dlaczego powinniśmy budować linię z przestrzeganiem prawideł technicznych. Podaję przykłady jakie szkody wynikają wskutek wadliwej budowy linii.
9	Oczyszczenie i złożenie sprzętu 5 min.	Oczyszczenie sprzętu z piasku i złożenie na miejsce.	Żołnierze czyszczą sprzęt pod nadzorem moim i dowódców zespołów. Zwracam uwagę na prawidłowe oczyszczenie i ułożenie sprzętu.
10	Omówienie i zakończenie ćwiczeń 5 min.	Pytania żołnierzy. Omówienie postępów żołnierzy. Zadania na naukę własną: nauczyć się obowiązków wszystkich funkcyjnych, budowy sprzętu, materiałów używanych do budowy linii, zasad budowy i maskowania linii.	Odpowiadam na zadane pytania. Wskazuję wyróżniających się żołnierzy oraz ganię tych, u których przejawia się brak zainteresowania. Dowódcom zespołów daję na naukę własną odpisy artykułów o liniach kabla ciężkiego z nr 4/49 i 6/50 „Przeglądu Łączności" i każę opracować je z żołnierzami.

Dowódca plutonu

. . . .

ZATWIERDZAM

Dowódca kompanii

. . . .

PLAN - KONSPEKT

zajęć w 2 plutonie na dzień . . . .

Przedmiot: Budowa linii kablem ciężkim.

Temat: Budowa linii na krótkie odległości.

Treść ćwiczenia: Budowa linii kablem ciężkim na odległość 2 km ze zmianą funkcyjnych. Nawiązanie łączności telefonicznej po dwóch obwodach.

Cel: a) Nauczyć żołnierzy prawidłowej technicznie budowy linii i doskonalić w opanowaniu obowiązków wszystkich funkcyjnych.
b) Nauczyć nawiązywania łączności telefonicznej po wybudowaniu linii.

Metoda zajęć: Ćwiczenie w dwóch zespołach budowlanych. Na sygnał gwizdkiem przerwanie budowy i zmiana funkcyjnych 3 razy w ciągu budowy lub zatrzymanie budowy dla natychmiastowego usunięcia błędów technicznych.

Sprzęt: 2 komplety sprzętu do budowy linii, składające się z:
— 2,5 km kabla ciężkiego
— 5 ap. telefonicznych
— 5 uziemień
— 3 zestawów narzędziowych
— 10 podwieszaków
— rososzek
— 2 par słupołazów
— 40 palików
— sprzętu saperskiego
— 2 kompasów.

Dokumentacja dla każdego zespołu:
— 3 dzienniki stacyjne
— 3 dzienniki obchodu linii
— 6 wypełnionych telefonogramów
— 8 tabliczek do oznaczenia linii
— założenie taktyczne i kryptonimy
— 20 czystych blankietów telefonogramów
— mapa 1:50.000
— wykaz sprzętu
— imienny spis zespołu.

Czas: 4 godziny.

Miejsce ćwiczenia: 1901 — 1902 mapa 1:50.000.

Przebieg ćwiczenia:

Lp.	Zagadnienie i czas	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
1	Sprawdzenie załadowania sprzętu, przejazd na miejsce ćwiczeń 15 minut	Sprawdzenie załadowanego sprzętu, rozmieszczenia zespołów i przejazd.	Sprawdzam prawidłowe załadowanie sprzętu. Drugi rząd zwijaków musi być ustawiony na podkładach. Aparaty telefoniczne przewieszone na pasach u żołnierzy lub w specjalnych skrzyniach. Sprzęt saperski w tylnej części samochodu. Przejazd na miejsce ćwiczeń w maskach pgazowych.
2	Zbiórka zespołów do budowy linii i pobranie sprzętu 20 minut.	Podanie komendy: „W zespołach do budowy linii zbiórka'. Zadać pytania: 1) Jaki sprzęt zabiera funkcyjny 1, 2, 3 i 4. 2) Jaki sprzęt zabiera funkcyjny 5 i 6. 3) Jaki sprzęt zabiera funkcyjny 7, 8, 9 i 10. Orientacja w terenie i podanie sytuacji taktycznej. Podanie komendy: „Pobrać sprzęt''.	Dowódcy zespołów sprawdzają znajomość obowiązków i wystawiają oceny. Z początku podawać należy pytania, a następnie wywoływać nazwisko. Zapoznaję żołnierzy z terenem, podaję sytuację taktyczną i zadania zespołów. Pobieranie sprzętu musi odbyć się w porządku i cicho. Po pobraniu sprzętu żołnierze stają na swoich miejscach. W razie nieprawidłowego pobierania sprzętu żołnierze czynność powtarzają.
3	Przerwa 10 minut.	Poprawianie oporządzenia	
4	Budowa 1 km linii z nawiązaniem łączności telefonicznej 40 min.	Budowa linii ze zmianą funkcyjnych po rozwinięciu dwóch zwijaków kabla. Funkcyjni 1 i 2 zmieniają funkcyjnych 5 i 6, funkcyjni 3 i 4 zmieniają — 7 i 8. Nadawanie telefonogramów.	W czasie budowy linii pilnuję dokładnego wykonania czynności, zwracając szczególną uwagę na stronę techniczną. Po stwierdzeniu błędów wstrzymuję budowę, omawiam błędy i każę je usunąć. Odległość między budowanymi liniami wynosi 10 m.
5	Zbiórka zespołów i przemarsz po trasie 20 min.	Przemarsz po trasie i omówienie stwierdzonych błędów.	Zauważone błędy pokazuję szeregowcom i podaję prawidłowe wykonanie czynności.
6	Zwijanie linii 25 min.	Zwijanie linii ze stacji początkowej i końcowej.	Zwracam uwagę na prawidłowe zwijanie linki, błędy każę natychmiast usunąć. Przy zwijaniu kabel przeciera się szmatką.
7	Przerwa 10 min.	Dyskusja na temat zajęć.	
8	Ponowne rozwijanie 1 km linii	Zmiana funkcyjnych w zespołach. W toku budowy	Ja i dowódcy zespołów obserwujemy pracę funkcyjnych nie

Lp.	Zagadnienie i czas	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
	z nawiązaniem łączności 40 min.	zmiana funkcyjnych jak poprzednio. Nawiązanie łączności i nadanie telefonogramów po obu obwodach.	dopuszczając do błędów technicznych. Przejścia funkcyjnych odbywają się biegiem.
9	Zwijanie linii 30 min.	Zwijanie linii z dwóch odcinków.	Zwracam uwagę na prawidłowe zwijanie linii.
10	Czyszczenie i załadowanie sprzętu 10 min.	Oczyścić, sprawdzić i załadować sprzęt na samochód.	Zwracam uwagę, aby sprzęt czyszczono i ładowano prawidłowo.
11	Przerwa 10 min.		
12	Zakończenie ćwiczeń 10 min.	Podsumowanie wyników budowy. Wskazanie wyróżniających się i udzielenie im pochwały. Pytania żołnierzy.	Podsumowanie wyników przeprowadzam wskazując błędy w budowie, maskowaniu linii i maskowaniu pracy oraz nieprzestrzeganiu dyscypliny. Odpowiadam na pytania żołnierzy.
13	Załadowanie i powrót 10 min.	Załadowanie sprzętu i ludzi na samochód, powrót do rejonu zakwaterowania.	Zwracam uwagę na zachowanie dyscypliny przy wsiadaniu i wysiadaniu oraz zachowanie się żołnierzy w czasie przejazdu.

Dowódca plutonu

. . . .

Dowódcy zespołów budowlanych opracowują konspekty uwzględniając czynności własnego zespołu. Rozbicie czasu w konspektach dowódców zespołów i kolejność zagadnień musi być zgodna z konspektem dowódcy plutonu.

Stosowanie zmian funkcyjnych w czasie budowy należy przeprowadzać do czasu opanowania wszystkich obowiązków funkcyjnych przez żołnierzy. W dalszych ćwiczeniach wystarczy przeprowadzić nowy podział zespołów na każde ćwiczenie.

Szybkość budowy linii należy doskonalić z chwilą osiągnięcia bezbłędnej budowy odpowiadającej wszystkim wymogom technicznym i taktycznym.

W dalszych ćwiczeniach należy nawiązywać łączność telefoniczno-telegraficzną i uczyć zestawiania obwodów pochodnych.

M. G.

KONSPEKTY ZAJĘĆ

W dalszym ciągu zamieszczamy przykłady konspektów, chcąc w ten sposób przyjść z pomocą wykładowcom i instruktorom w opracowaniu konspektów dla innych podobnych zajęć.

„ZATWIERDZAM"

Dowódca . . . . kompanii

. . . .

Dnia „ . . " . . . . 1951 r.

PLAN - KONSPEKT

dla . . . . plutonu na dzień . . . . . .

Przedmiot: Telefonia.

Temat:

Ćwiczenie: 1.

Treść: Typy łącznic induktorowych małej pojemności. Łącznica K-10, PK-10. Zasada pracy łącznicy. Podstawowe części łącznicy: przyrządy wywoławcze, sznury połączeniowe (sznury parowe), gniazdka połączeniowe, zaciski liniowe.

Cel: Zapoznać żołnierzy z typami łącznic induktorowych małej pojemności.

Metoda: Wykład poparty pokazem.

Pomoce szkolne i naukowe: Łącznica PK-10, łącznica K-10, 3 ap. telef. AP-48, modele części łącznicy, instrukcja łączn. „Łącznice polowe".

Czas: 2 godziny.

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
1	Wstęp.	5	Przywitanie z plutonem.	
2	Pytania kontrolne.	15	Pytania kontrolne z poprzedniego tematu. 1. Jakie typy aparatów telefonicznych poznaliśmy dotychczas? 1. Taktyczno - techniczne dane aparatu AP-48. 3. Budowa aparatu AP-48, sposoby sprawdzania go.	Odpowiadają: 1. Burak 2. Dworakowski 3. Książek
	Zapoznanie żołnierzy z tematem i celem zajęć.		Treść jak w nagłówku konspektu.	
	Wprowadzenie	30	W celu usprawnienia łączności telefonicznej stosowane są tzw. łącznice. Za ich pośrednictwem abonent posługując się tylko jednym aparatem telefonicznym może uzyskać kolejną łączność z kilkoma innymi abonentami, może przekazywać również jakąś wiadomość od razu kilku abonentom. W obsłudze łącznicy telefonista posługuje się induktorowym aparatem telefonicznym (AP-48, TAI-43).	Pokazuję żołnierzom łącznice, nazywam je, pokazuję ich pracę podłączając aparaty telefoniczne.
3	Przerwa	5		
4	Typy łącznic: K-10 i PK-10.	35	Do łącznic induktorowych małej pojemności należą łącznice K—10 i PK—10. Pojemność tych łącznic wynosi 10 numerów, tzn., że dzięki ich zastosowaniu może jednocześnie odbywać się 5 rozmów między 10 abonentami. Łącznica K—10 jest produkcji radzieckiej. Znajdując się na wyposażeniu Armii Radzieckiej w czasie ostatniej wojny wykazała, że jest doskonałym urządzeniem do nawiązywania i utrzymywania łączności na niższych szczeblach dowodzenia. Łatwość jej obsługiwania, prosta i nieskomplikowana budowa, która ułatwia znalezienie i usunięcie ewent. uszkodzenia — to jej największe zalety. Dlatego też łącznicę K—10 stosujemy w Wojsku Polskim. Na łącznicy K—10 wzorowane są łącznice ŁP—10 produkowane w kraju. Dodać należy, że w Polsce sanacyjnej produkcja sprzętu łączności była minimalna. Przed 1939 r. opieraliś-	Objaśniając, pokazuję żołnierzom łącznice, przeprowadzam pokaz pracy łącznicy, podłączając do niej 2 aparaty telefoniczne. Żołnierze sami mają możność przekonać się o zaletach stosowania łącznic.

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
			my się przede wszystkim na dostawach z zagranicy odpowiedniej aparatury i sprzętu. Obecnie dzięki nowym drogom, na które wkroczył nasz kraj, dzięki rozbudowie socjalistycznego przemysłu, produkujemy coraz to nowe, precyzyjne urządzenia, aparaturę i z każdym rokiem coraz więcej.	
5	Podstawowe części łącznicy.	5	Do podstawowych części łącznicy należą: 1. Przyrządy wywoławcze. a) Klapka zgłoszeniowo - rozłączeniowa. b) Dzwonek alarmowy. 2. Sznury połączeniowe (parowe). 3. Gniazdka połączeniowe. 4. Zaciski liniowe.	Poszczególne części pokazuję na łącznicy.
6	Podsumowanie i zakończenie zajęć.	10	Krótkie omówienie zajęć z podkreśleniem najważniejszych momentów i zadanie na naukę własną: jeszcze raz zapoznać się z podstawowymi częściami łącznicy. Udzielanie odpowiedzi i wyjaśnień na ewentualne pytania żołnierzy, odczytanie ocen za odpowiedzi na pytania kontrolne z poprzedniego tematu.	

DOWÓDCA PLUTONU

. . . .

„ZATWIERDZAM“

Dowódca . . . . kompanii

. . . .

Dnia „ . . “ . . . . 1951 r.

PLAN - KONSPEKT

dla . . . . plutonu na dzień . . . . . .

Przedmiot: Telefonia.

Temat:

Ćwiczenie II.

Treść: Ogólna budowa łącznicy K-10, przeznaczenie i zastosowanie łącznicy, części znajdujące się na ściance przedniej i ich przeznaczenie. Rozwinięcie łącznicy, otrzymanie sygnału, zgłoszenie się, wywołanie, połączenie, sprawdzenie prowadzenia rozmów przez abonentów, sygnał rozłączenia, połączenie okólnikowe.

Cel: Zapoznać żołnierzy z łącznicą K-10 i jej obsługiwaniem.

Metoda: Wykład poparty pokazem i praktycznymi ćwiczeniami.

Pomoce szkolne i naukowe: 3 łącznice K-10, 9 aparatów telefonicznych AP-48, modele części łącznicy i instrukcja łączn. „Łącznice polowe“.

Czas: 2 godziny.

Miejsce: Sala wykładowa telefonii.

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	Treść	Wskazówki metodyczne
1	Wstęp.	5	Przywitanie z plutonem. Podział plutonu na grupy.	Dzielę pluton na grupy po 9—10 żołnierzy, wyznaczam starszych grup.
2	Pytania kontrolne.	15	Pytania kontrolne z poprzedniego tematu:	Odpowiadają:
			1. Do czego są używane łącznice?	1. Salicki
			2. Jakie są typy łącznic induktorowych?	2. Baran
			3. Jakie są podstawowe części łącznicy?	3. Koronowicz
3	Zapoznanie żołnierzy z tematem zajęć.	3	Treść jak w nagłówku konspektu.	
4	Łącznica K-10. Jej przeznaczenie i zastosowanie.	7	Polowa łącznica telefoniczna K—10 przeznaczona jest do organizowania łączności telefonicznej w jednostkach wojskowych na szczeblu od	

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	Treść	Wskazówki metodyczne
			batalionu (dywizjonu) do dywizji i między tymi jednostkami oraz na PKB o małej ilości obwodów. Pojemność łącznicy wynosi 10 numerów. Przez równoległe połączenie 2 łącznic K—10 pojemność centrali może być zwiększona do 20 numerów. Ciężar wynosi około 7,5 kg. Obsługuje 1 telefonista z aparatem induktorowym. Czas instalacji 10 min.	
5	Budowa ogólna.	20	Łącznica K—10 wmontowana jest do skrzynki metalowej lub drewnianej, stanowiącej jej obudowę. Montaż łącznicy wykonany jest na metalowej desce montażowej, która może być wyjmowana w razie potrzeby z odrutowaniem i zespołami łącznicy. Łącznica K—10 ma: 1. 10 par zacisków liniowych. 2. 1 parę zacisków AT, przeznaczonych dla aparatu stacyjnego. 3. 1 zacisk Z — uziemienie. 4. 1 zacisk Dzb — dzwonek. 5. 10 klapek zgłoszeniowo - rozłączeniowych. 6. 10 gniazdek połączeniowych. 7. 10 gniazdek spoczynkowych. 8. 10 sznurów połączeniowych. 9. 1 sznur aparatu stacyjnego. Oprócz tego w obwodzie każdego abonenta znajduje się odgromnik, elektromagnes i komplet sprężyn gniazdek połączeniowych. Na ściance przedniej łącznicy znajdują się: 1. Klapki zgłoszeniowo - rozłączeniowe. 2. Gniazdka połączeniowe. 3. Gniazdka spoczynkowe.	Tłumaczę budowę, poszczególne części pokazuję na łącznicy. Żołnierze w grupach zapoznają się z częściami łącznicy.
6	Przerwa	5		Praca aktywu.
7	Rozwijanie i zwijanie łącznicy. Sprawdzanie podzespołów.	20	1. Otworzyć przednie drzwiczki obudowy łącznicy. 2. Sznury połączeniowe wraz z wtyczkami wyjąć z kasetki, uporządkować je, ułożyć w odpowiednich wycięciach drzwiczek i włożyć wtyczki do właściwych gniazdek spoczynkowych.	

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
			3. Sznur telefonisty wraz z wtyczką (jedenasty) przygotować do pracy w ten sam sposób. 4. Do zacisków AT łącznicy załączyć aparat telefoniczny (indukt.) telefonisty i do zacisku Z podłączyć uziemienie. 5. Jeżeli w pracy łącznicy ma być zastosowany dzwonek alarmowy, należy go dołączyć do zacisków Dzb i Z, zacisk Z jest w tym wypadku wspólny dla dzwonka i uziemienia. 6. Dołączyć przewody linii abonentowych. Podzespoły łącznicy sprawdzamy w sposób następujący: 1. Do zacisków liniowych abonentów załączać kolejno AT i kręcić korbką jego induktora, jeżeli klapki zgłoszeniowo - rozłączeniowe abonentów są dobre, to pod wpływem prądu induktorowego drzwiczki klapki powinny opaść. 2. Wtyczkę sznura połączeniowego abonenta Nr 1 przytknąć do zacisków liniowych abonenta Nr 2 w ten sposób, by główka wtyczki dotykała jednego zacisku, a korpus — drugiego i pokręcić korbką induktora aparatu dołączonego do zacisków liniowych abonenta Nr 1; jeżeli sznur i wtyczka połączeniowa abonenta Nr 1 oraz klapka abonenta Nr 2 są dobre, wówczas pod wpływem prądu induktorowego opadną drzwiczki klapki abonenta Nr 2. 3. Wtyczkę sznura połączeniowego abonenta Nr 2 włożyć do gniazdka połączeniowego abonenta Nr 1 i pokręcić korbką induktora aparatu podłączonego do zacisków liniowych abonenta pierwszego i jeżeli wtyczka, sznur i gniazdko połączeniowe abonenta Nr 2 są dobre, wówczas drzwiczki klapki abonenta Nr 2 opadną. W sposób podany w pkt. 1, 2 i 3 należy sprawdzić bezwarunkowo zespoły wszystkich abonentów.	Pokazuję zwijanie i rozwijanie, żołnierze grupami przerabiają to samo. Drużynowi zwracają uwagę na kolejność i prawidłowe wykonanie czynności.

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
			4. Wtyczkę sznura połączeniowego aparatu telefonicznego włożyć do jednego z gniazdek abonentowych łącznicy i skontrolować pracę induktora i mikrotelefonu AT w obwodzie z aparatem telefonicznym podłączonym do którejkolwiek pary zacisków liniowych. Dzwonek podłączony do zacisków Dzb — Z powinien pracować przy każdym opadnięciu drzwiczek dowolnej klapki. Zwijanie łącznicy odbywa się w następującej kolejności: 1. Odłączyć od zacisków przewody linii abonentowych, aparat telefonisty, dzwonek i uziemienie, zamknąć drzwiczki osłaniające zaciski. 2. Otworzyć kasetkę przeznaczoną do przechowywania sznurów i wyjąć torebkę, włożyć do niej wtyczki sznurów, narzędzia i wraz ze sznurami włożyć do kasetki. Zamknąć drzwiczki kasetki na zasuwkę. 3. Zamknąć na zatrzaski drzwiczki przednie obudowy.	
	Obsługiwanie łącznicy .	25	Gdy Aab (abonent alarmujący) wywołuje centralę, na łącznicy spadają pod wpływem przepływającego w obwodzie prądu drzwiczki klapki. Telefonista zauważywszy to podnosi i ustawia drzwiczki klapki w poprzednie położenie. Wtyczkę aparatu stacyjnego wkłada do gniazdka Aab, po czym zgłasza się i otrzymuje od Aab polecenie połączenia go z Pab (abonent pożądany). Po otrzymaniu zlecenia telefonista sprawdza czy Pab jest wolny, po czym wyjmuje wtyczkę sznura swego aparatu z gniazdka Aab, wkłada do gniazdka Pab i pokręca korbą induktora swego aparatu (AT). Prąd induktorowy z AT uruchomi w aparacie Pab dzwonek. Jeżeli Pab jest w chwili wzywania zajęty, telefonista zawiadamia o tym Aab i wyjmuje wtyczkę sznura AT połączeniowego z jego gniazdka.	Po zademonstrowaniu przeze mnie obsługiwania łącznicy, żołnierze przerabiają to w grupach. Drużynowi pilnują prawidłowego wykonywania wszystkich czynności.

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	Treść	Wskazówki metodyczne
			Po zgłoszeniu się Pab telefonista zawiadamia go o mającej się odbyć rozmowie z Aab, po czym wkłada wtyczkę sznura połączeniowego Pab do gniazdka Aab i zawiadamia tego ostatniego o dokonanym połączeniu. Do czasu rozpoczęcia rozmowy Aab z Pab telefonista zostawia wtyczkę sznura swego aparatu w gniazdku Pab, a upewniwszy się, że rozmowa między abonentami dochodzi do skutku, wyjmuje wtyczkę z gniazdka Pab (wyłącza się z obwodu rozmównego). Połączenie Aab z Pab może być wykonane także przez włożenie wtyczki sznura połączeniowego Aab do gniazdka połączeniowego Pab.	
			W celu sprawdzenia czy rozmowa między abonentami odbywa się normalnie, telefonista wkłada wtyczkę sznura swego aparatu do gniazdka abonenta, którego sznurem zostało dokonane połączenie. Jeżeli rozmowa trwa, telefonista powinien natychmiast wyłączyć się z obwodu rozmównego.	
			Jeżeli w czasie kontrolnego podsłuchu rozmowy telefonista nie słyszy rozmowy, a abonenci nie wysłali do centrali sygnału końca rozmowy, wówczas telefonista zawiadamia abonentów znajdujących się ewentualnie jeszcze na linii o tym, że nastąpi rozłączenie i dokonuje rozłączenia. Gdy jeden z abonentów wyśle na linię sygnał końca rozmowy (krótkie pokręcenie 2—3 razy korbką induktora), wówczas klapka zacznie działać i spowoduje opadnięcie drzwiczek.	
			Po zaobserwowaniu tego telefonista podnosi jej drzwiczki do pozycji spoczynkowej, wkłada wtyczkę sznura swego aparatu do gniazdka abonentowego i upewnia się czy rozmowa istotnie została zakończona, po czym rozłącza abonentów i wyjmuje z gniazdka abonentowego wtyczkę sznura swego aparatu. Gdy Aab zażąda od centrali połączenia go jednocześnie z kilkoma innymi abonentami tej samej centrali, wówczas telefonista wkłada wtyczkę	

L. p.	Zagadnienia główne	Czas w min.	T r e ś ć	Wskazówki metodyczne
			sznura połączeniowego Pab - 2 do gniazdka Pab - 3, wtyczkę sznura połączeniowego Pab-3 do gniazdka Pab-4, wtyczkę sznura swego aparatu do gniazdka połączeniowego Pab-2 i induktorem aparatu AT wywołuje jednocześnie wszystkich trzech żądanych abonentów. Gdy się zgłoszą, uprzedza ich o mającej się odbyć rozmowie, po czym wyjmuje wtyczkę swego aparatu z gniazdka Pab - 2, wkłada ją do gniazdka Aab, zawiadamia go o dokonaniu wywołania i wtyczkę sznura połączeniowego Aab wkłada do gniazdka Pab-2. Wtyczka sznura połączeniowego aparatu stacyjnego zostaje w gniazdku połączeniowym Aab dopóty, dopóki telefonista nie stwierdzi, iż rozmowa Aab ze wszystkimi Pab dochodzi do skutku, po czym wyjmuje ją z gniazdka abonentowego Aab. Induktorem aparatu telefonisty można wywołać jednocześnie 3 — 4 abonentów. Przy większej ilości abonentów wezwanych do rozmowy okólnikowej należy wywoływać ich grupami po 2—3.	
	Podsumowanie zajęć.	5	Krótkie omówienie zajęć z podkreśleniem najważniejszych momentów, zadanie na naukę własną — przerobić praktycznie obsługiwanie łącznicy K—10; udzielenie odpowiedzi na ewentualne pytania żołnierzy; odczytanie ocen za odpowiedzi na pytania kontrolne z poprzedniego tematu.	

DOWÓDCA PLUTONU

. . . .

SYLWETKI UCZONYCH RADZIECKICH I ROSYJSKICH

IWAN FILIPOWICZ USAGIN

7 września 1950 r. minęła 95 rocznica urodzin utalentowanego rosyjskiego fizyka-samouka, wynalazcy transformatora Iwana Filipowicza Usagina.

Iwan Usagin około 40 lat pracował jako mechanik przy katedrze fizyki uniwersytetu moskiewskiego, kierowanej wówczas przez takich wybitnych przedstawicieli nauki rosyjskiej, jak A. Stoletow, P. Lebiediew, I. Umow. Ci znakomici uczeni znaleźli w osobie Usagina nie tylko uzdolnionego pomocnika-asystenta, lecz i gorącego entuzjastę swego dzieła, oryginalnego badacza, którego prace zajmują zaszczytne miejsce w rozwoju ojczystej i światowej techniki.

Współczesna elektrotechnika ma do zawdzięczenia I. Usaginowi wynalezienie przetwornika prądu elektrycznego — transformatora, bez którego nie do pomyślenia jest rozdział energii elektrycznej i przekazywanie jej na odległość.

Znakomity wynalazca P. Jabłoczkow jeszcze w 1877 r. zastosował w celu rozdrabniania światła cewkę indukcyjną, ale przyrząd jego już po kilku latach został zapomniany. W 1881 r. Usagin skonstruował swój transformator, który w odróżnieniu od transformatorów Jabłoczkowa miał jednakową ilość zwojów w pierwotnym i wtórnym uzwojeniu. Doświadczenia zasilania szeregu świec ze wspólnego generatora prądu zmiennego za pośrednictwem transformatora, przeprowadzone przez Usagina na wystawie przemysłowej 1882 r. w Moskwie w obecności członków Zjazdu Technicznego, wzbudziły duże zainteresowanie. Jak pisał sprawozdawca prasowy „wynalazek uzyskał głośną i jednomyślną aprobatę zjazdu. Wynalazcę witano hucznymi oklaskami".

„Za pomyślne wyniki doświadczeń w dziedzinie elektrycznego oświetlenia przy zastosowaniu indukcji i w celu pobudzenia do dalszych studiów nad tą metodą" Departament Handlu i Manufaktur odznaczył oficjalnie I. Usagina dyplomem II stopnia.

Jednak wynalazcę spotkał los wielu uczonych i techników carskiej Rosji: o jego dziecięciu — transformatorze — prędko zapomniano.

Zagranicą pierwsze transformatory powstały w 1884 r. Cześć i sławę tego odkrycia prasa zagraniczna przypisywała Hollarowi, Gibbsonowi i Amerykaninowi W. Stanley‘owi. Burżuazyjni przedsiębiorcy usiłowali zatuszować bezsporny fakt, że problem transformacji prądów zmiennych został wspaniale rozwiązany przez rosyjskiego uczonego jeszcze w 1881 r. O tym przypomnieli całemu światu najwybitniejsi ludzie nauki rosyjskiej. W 1897 r. na zebraniu Moskiewskiego Towarzystwa Miłośników Przyrodoznawstwa, Antropologii i Etnografii, w którym brali udział N. Żukowski, K. Timiraziew, P. Lebiediew, I. Kabłukow i D. Anuczin — I. Usagin za odkrycie transformatora prądowego otrzymał premię W. P. Mosznina.

Do uzdolnionego fizyka rosyjskiego należą i inne prace. Wśród nich znane są prace z dziedziny badań promieni katodowych, elektrycznych prostowników prądu, pomp próżniowych, specjalnej aparatury do fotografowania zaćmienia słońca i inne.

Wielką Socjalistyczną Rewolucję Październikową powitał wynalazca z uczuciem ogromnej radości. Rząd radziecki umożliwił mu zajęcie się organizacją specjalnego gabinetu fizycznego przy Muzeum Politechnicznym w celu podnoszenia kwalifikacji nauczycieli. I. Usagin z entuzjazmem przystąpił do tej pracy, kontynuując swoje badania.

I. Usagin zmarł 26 lutego 1919 r., pozostawiając pamięć o sobie jako o wybitnym działaczu postępu technicznego, który rozsławił znakomitymi wynalazkami rodzimą naukę.

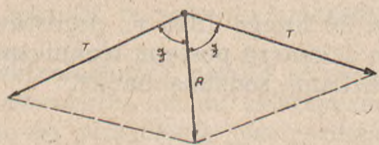
Ppłk KAZIMIERZ ŻÓRNIAK

OBLICZANIE DANYCH TECHNICZNYCH SŁUPÓW LINII STAŁYCH

(dokończenie)

Słupy narożne

Słup narożny, oprócz obciążeń działających na słup linowy, wystawiony jest na działanie dodatkowej siły ciągnienia przewodów, rozmieszczonych pod kątem, co ilustruje rys. 7.



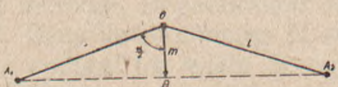
Rys. 7.

Wielkość tej siły można określić na podstawie wzoru:

$$R = 2\,T.\ \cos. \frac{\alpha}{2} \qquad (18)$$

Wielkość kąta na napowietrznych liniach stałych mierzy się jego „wylotem“.

Wylotem kąta *m* będzie długość prostopadłej OB wykreślonej z wierzchołka kąta O do prostej A1 A2 łączącej dwa słupy (A1 i A2), sąsiadujące ze słupem narożnym (rys. 8).



Rys. 8.

W ten sposób, określając R według wielkości wylotu, otrzymamy:

$$R = 2\,T.\cos\frac{\alpha}{2} = 2\,T.\frac{m}{l} \qquad (19)$$

Jeżeli słup narożny jest obciążony kilku przewodami o różnej średnicy, co często zdarza się w praktyce, wtedy wielkość siły wypadkowej ciągnienia wszystkich przewodów określa się wzorem:

$$R = \frac{2\,m}{l}\sum^{n}\sigma\,q \qquad (20)$$

Odciągi i podpory

Do zasadniczych umocnień słupów drewnianych zalicza się odciągi i podpory.

Do sporządzenia odciągów używa się stalowego drutu lub stalowej linki. Ilość odciągów oraz ilość i średnicę drutów w każdym z nich określa się w zależności od obciążenia słupa narożnego (ilość przewodów, ich średnica, wylot kąta), punktu przymocowania odciągów i wielkości jego podstawy.

Odciągi umieszcza się zasadniczo w płaszczyźnie wypadkowej ciągnienia przewodów.

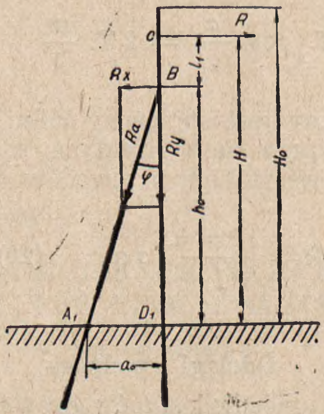
W zależności od obciążenia słupa przewodami, wielkości wylotu kąta itp. odciągi przymocowuje się do słupa albo pod dolnym przewodem, albo też w środku między przewodami.

W celu obliczenia odciągów przymocowanych pod dolnym hakiem lub poprzecznikiem należy:

— określić wypadkową obciążenia słupa przy najgorszych warunkach atmosferycznych;
— określić wytrzymałość słupa na zgięcie;
— przyłożyć wypadkową sił do punktu przymocowania odciągu;
— rozdzielić przyłożoną siłę na dwa kierunki: wzdłuż słupa
— i wzdłuż odciągu;
— zbadać słup (od punktu przymocowania odciągu do powierzchni ziemi) na zgięcie podłużne, grunt zaś pod słupem na twardość;
— biorąc pod uwagę obliczoną wielkość siły działającej wzdłuż odciągu określić przekrój odciągu i ilość drutów w nim.

Słup narożny umocniony odciągami (rys. 9) przedstawia wsporczą belkę z elastycznym umocowaniem w ziemi. Pod elastycznym umocowaniem słupa należy rozumieć takie umocowanie, przy którym słup ma możność wykonania pewnego ruchu skrętnego

mniejszego jednak niż przy zawiasowym umocowaniu. Zmniejszając elastyczność umocowania otrzymamy umocowanie sztywne.



Rys. 9

Wobec tego, że stopień elastyczności umocowania słupa w ziemi zależy od wielu czynników trudnych do obliczenia (jakość ubicia ziemi, odporność ziemi itp.), weźmiemy przeto pod uwagę tylko dwa skrajne warianty: wahadłowe i elastyczne umocowanie słupa w ziemi.

W przypadku zawiasowego umocowania słupa w ziemi reakcję w punkcie przymocowania odciągu otrzymamy z równania momentów w stosunku do ziemi:

$$R_x \cdot h_o + R\,(h_o + 12) = 0$$

$$R_x = R\left(1 + \frac{l_1}{h_o}\right)$$

gdzie Rx — reakcja słupa w punkcie przymocowania odciągu do słupa.

R — wypadkowa ciągnienia przewodów.

Jeżeli przyjmiemy, że umocowanie słupa jest sztywne, wówczas określenie branych w rachubę sił dokonywa się przy założeniu, że siła Rx powinna być takiej wielkości i takiego kierunku, aby odchylenie punktu B na słupie było niemożliwe, tzn. że zgięcia słupa w punkcie B pod działaniem sił Rx i R powinny być równe i wprost przeciwne.

Znając wytrzymałość materiałów, równanie w tym wypadku wyrazi się wzorem:

$$y = \frac{R}{2EJ}\left(H\overset{2}{x} - \frac{x^3}{3}\right) \qquad (21)$$

gdzie x — odległość od punktu umocowania słupa u powierzchni ziemi do punktu, w którym szukamy ugięcia,

R — wypadkowa ciągnienia przewodów,

H — odległość od punktu przyłożenia wypadkowej siły do ziemi.

Wychodząc z tego założenia, ugięcie B pod działaniem siły R będzie równe:

$$f_1 = \frac{R}{2EJ}\left(Hh_o^2 - \frac{ho^3}{3}\right) \qquad (22)$$

pod działaniem zaś siły Rx w tym punkcie:

$$f_2 = \frac{Rx}{2EJ}\left(h_o h_o^2 - \frac{ho^3}{3}\right) = \frac{R_x \cdot ho^3}{3EJ} \qquad (23)$$

Przy $f_1 = f_2$ otrzymamy:

$$\frac{R'}{2EJ}\left(Hho^2 - \frac{ho^3}{3}\right) = \frac{Rxho^3}{3EJ} \qquad (24)$$

$$\text{stąd } Rx = R\left(\frac{3H - ho}{2h_0}\right) \qquad (25)$$

zamieniając H przez $(l_1 + ho)$ otrzymamy

$$Rx = R\left(1 + \frac{3l_1}{2ho}\right) \qquad (26)$$

Siła rozciągająca w odciągu

$$Ra = \frac{Rx}{\sin\varphi} \qquad (27)$$

$$\text{gdzie } \sin\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{ho}{a_o}\right)^2}}$$

Siła pionowa, ściskająca dolną część słupa

$$R = Ra \cos\varphi = Rx\frac{ho}{a_o} \qquad (28)$$

Oznaczając przekrój odciągu przez q otrzymamy

$$q = \frac{Ra}{\delta_t} \qquad (29)$$

gdzie δ_t — dopuszczalne naprężenie na rozciąganie drutu, z którego wykonany jest odciąg.

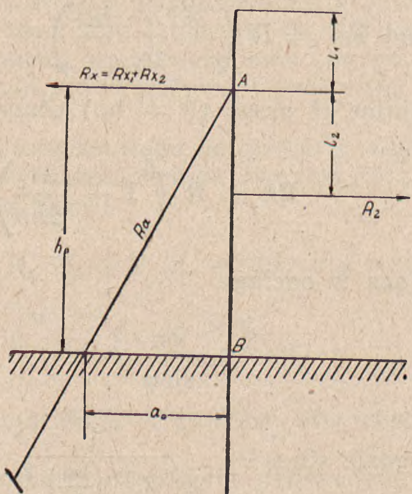
Maksymalne natężenie słupa na zgięcie będzie w jego górnej części — w punkcie przymocowania odciągu.

Prócz określenia natężenia w punkcie przymocowania odciągu, należy przeprowadzić jeszcze badanie na podłużne wygięcie dolnej części słupa.

W wyprowadzonych powyżej wzorach przy obliczaniu danych dotyczących słupów narożnych nie uwzględniono ciśnienia wiatru na słup, które po zestawieniu z działaniem wypadkowej ciągnienia przewodów ma duże znaczenie i nie powinno być pomijane.

Umocnienie słupa odciągiem, umieszczonym między przewodami

W przypadku znacznego obciążenia słupa i dużego wylotu kąta wskazane jest, zarówno z punktu widzenia zmniejszenia przekroju odciągu jak i obniżenia naprężenia zginającego słupa, przymocowywanie odciągu w punkcie przyłożenia wypadkowej sił działających na słup.



Rys. 10

W tym wypadku, zastępując ciągnienie przewodów umieszczonych powyżej odciągu wypadkową R_1, ciągnienie zaś przewodów zawieszonych poniżej odciągu wypadkową R_2, otrzymamy układ sił przedstawiony na rys. 10.

Wychodząc z zasady niezależności działania sił R_1 i R_2 otrzymamy:

$$Rx = Rx_1 + Rx_2 \qquad (30)$$

gdzie Rx — sumaryczna reakcja oporowa w punkcie A

na siły R_1 i R_2;

Rx_1 — reakcja oporowa na siłę R_1 w tym punkcie
Jak już poprzednio wskazano (26)

$$Rx_1 = R_1 \left(1 + \frac{31_1}{2h_0}\right)$$

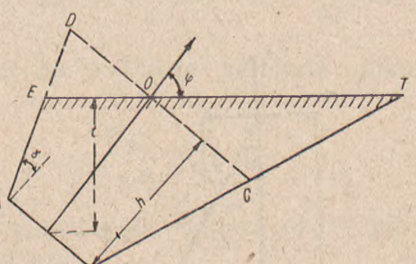
Rx_2 — reakcja oporowa na siłę R_2 w punkcie A.
Reakcję oporową Rx_2 określa się z równania

$$Rx_2 = R_2 \left[1 - \frac{31_2}{2h_0} + \frac{12^3}{2h_0^3}\right]$$

Wpływ czynnika $\frac{12^3}{2h_0^3}$ jest tak mały, że można go nie brać pod uwagę, a zatem, z dostateczną dokładnością:

$$Rx = R_1 \left(1 + \frac{31_1}{2h_0}\right) + R_2 \left(1 - \frac{31_2}{2h_0}\right) \tag{31}$$

W ziemi odciągi przymocowuje się do podkładów (kotwic). Kotwice powinny być zakopane na taką głębokość, aby maksymalne siły działające w odciągu nie były w stanie wyrwać ich z ziemi.



Rys. 11

Objętość wyrwanej przez podkład ziemi v ma kształt ściętego ostrosłupa (rys. 11) i określa się ją na podstawie wzoru:

$$v = h \left[ab + (a + b)h \cdot tg\alpha + \frac{4}{3} h^2 tg\alpha \right) m^3 \tag{32}$$

gdzie h — długość odcinka odciągu (od powierzchni ziemi do górnej powierzchni podkładu) określona na podstawie równania

$$h = \frac{t}{\sin\varphi} \ m$$

(t — głębokość zakopania podkładu)
a — długość podkładu w cm;
b — średnica podkładu w m;
α — kąt naturalnej pochyłości normalnego gruntu (30°).

Ciężar wypieranego przez podkład gruntu.

$$Ge = \gamma\ v\ kg$$

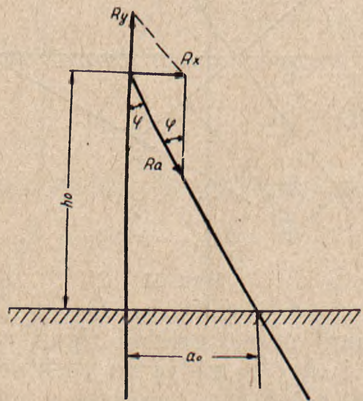
gdzie γ — średni ciężar gatunkowy gruntu; zwykle przyjmuje się $\gamma = 1600\ kg/m^3$.

Stosunek ciężaru gruntu do siły natężenia odciągu daje zapas wytrzymałości podkładu, który przy obliczeniach przyjmuje się za 1,5.

Aby wyrwać kotwicę z ziemi nawet przy zapasie wytrzymałości podkładu nieco mniejszym niż 1, należy pokonać, oprócz ciężaru ziemi, siłę oporu spoistości gruntu, która zależy od wielkości powierzchniowej objętości wyrywanej ziemi i wynosi średnio $0{,}0515\ kg/cm^2$.

W obliczeniach jednak nie uwzględnia się spoistości ziemi, ponieważ obliczona objętość wyrywanej ziemi będzie nieznacznie tylko większa od rzeczywistej, ze względu na zaokrąglenie w pewnym stopniu końców wyrywanego słupa ziemi. Tej metody obliczenia nie stosuje się do gruntów torfiastych i mulistych (iłowatych) i w tych wypadkach należy słup dodatkowo wzmocnić.

Rozpatrzmy wypadek zastosowania podpór zamiast odciągów (rys. 12).



Rys. 12

Długość podpory zależy od wysokości słupa i podstawy podpory. Pod podstawą należy rozumieć tę samą wielkość, co i dla podstawy odciągu. Górna część słupa wzmocnionego podporą poddana jest poprzecznemu zginaniu; co zaś dotyczy podpory, podlega ona ściskaniu i zginaniu podłużnemu pod działaniem siły Ra, równej co do wielkości sile działającej na odciąg.

Różnica w pracy podpory w porównaniu z odciągiem polega na tym, że pionowa wypadkowa poziomego ciągnienia Ry jest skierowana nie w dół, lecz w górę wzdłuż słupa. Wskutek tego siła ta będzie rozładowywała słup i natężenie w płaszczyźnie przekroju słupa w pewnym stopniu zmniejszy się w punkcie przymocowania podpory.

Przy obliczaniu wytrzymałości podpory na podłużne zginanie długości podpory mierzy się od punktu przymocowania jej do słupa do powierzchni ziemi.

Wszystkie wzory przytoczone uprzednio w celu określenia wytrzymałości odciągu i słupa mają również zastosowanie i w wypadku umocnienia słupa podporą z tą tylko zmianą, że, jak już wspomniałem, pionowa składowa poziomego natężenia wskutek ciągnienia przewodów jest skierowana w górę. Mamy więc:

1) siłę działającą wzdłuż podpory

$$Ra = \frac{R_x}{\sin\varphi} \tag{33}$$

2) pionową wypadkową siłę Ry

$$Ry = Ra\cos\varphi = Rx\,\frac{b_0}{a_0} \tag{34}$$

Próbę podpory na podłużne zginanie dokonywa się według wzoru:

$$\frac{R_a}{F\cdot\varphi} \leqslant \sigma \tag{35}$$

3) ciśnienie gruntu pod podporą które nie powinno przekraczać 2,5 kg/cm²

$$\sigma = \frac{Ra}{F} \tag{36}$$

W wypadku przekroczenia tej normy należy podłożyć pod podporę podkładkę odpowiedniej wielkości.

Przymocowanie podpory do słupa

Styk podpory ze słupem powinien być taki, aby pionowa siła Ry była zrównoważona siłą tarcia, spowodowaną zaciskiem sworznia, chomąta, oporem drewna pod sworzniem w podporze oraz siłą nacisku słupa na podporę (rys. 13).

$$R_y \leqslant \sigma_s\cdot q_s\,\mu + R_x\mu + Q + 2\,\sigma_{chom}\cdot q_{chom}\cdot\mu \tag{37}$$

gdzie σ_s — napięcie, z jakim zaciśnięty jest sworzeń;

q_s — przekrój sworznia;

μ — współczynnik tarcia drewna o drewno (0,3—0,4);

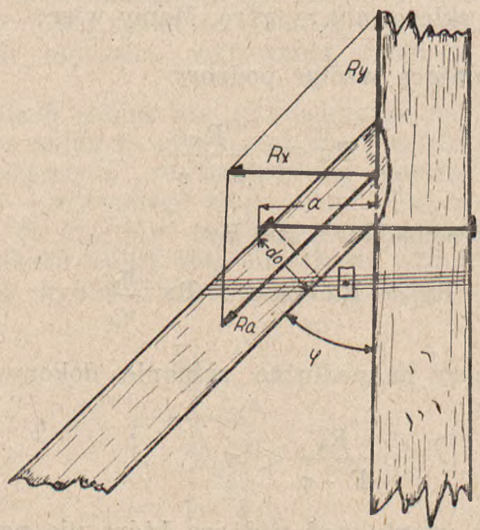
$Q-ad_s\sigma$ — siła nacisku podpory pod sworzniem;

$$a = \frac{d_0}{\cos \varphi}$$

d_0 — średnica podpory u wierzchołka;

σ_{chom} — naprężenie chomąta;

q_{chom} — przekrój chomąta.



Rys. 13

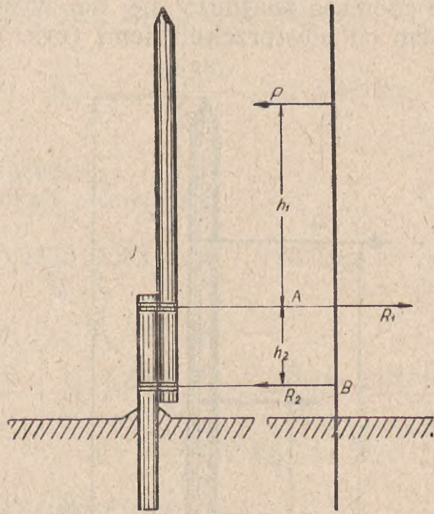
Sposób obliczania danych dotyczących słupów umocnionych przystawkami

Przystawki przymocowuje się do słupa od strony drogi, tj. w kierunku prostopadłym do linii i wkopuje się je na głębokość równą głębokości zakopania umocnionego słupa.

Z prób przeprowadzonych z chomątami na liniach przesyłowych stwierdzono, że z reguły uszkodzeniu ulegało górne chomąto i dlatego siłą rzeczy należy przy wszystkich, dalszych konkluzjach brać je jako przedmiot obliczeń.

Przy obliczeniach danych dotyczących chomątów drutowych albo przystawek przyjmuje się zasadniczy słup, jako belkę spoczywającą na dwóch podporach (chomąta) i obciążoną siłą P.

Przyjmując moment sił w stosunku do punktu B (rys. 14) otrzymamy



Rys. 14

$$R_1 h_2 - P (h^1 + h_2) = 0,$$

stąd
$$R_1 = \frac{P (h_1 + h_2)}{h_2} \qquad (38)$$

podobnie
$$R_2 = P \frac{h_1}{h_2} \qquad (39)$$

Będą to zatem siły działające na górne i dolne chomąto.

Natężenie, jakie wytrzymuje chomąto, zakładając równomierną pracę wszystkich drutów chomąta, określa się według wzoru:

$$R = k2nqk_1 \qquad (40)$$

gdzie k — współczynnik równy w wypadku działania obciążenia w płaszczyźnie styku słupa — 0,5, w wypadku zaś obciążenia poprzecznego linii (obciążenie wiatrowe) — 0,75;

2 — współczynnik uwzględniający pracę obu stron chomąta;

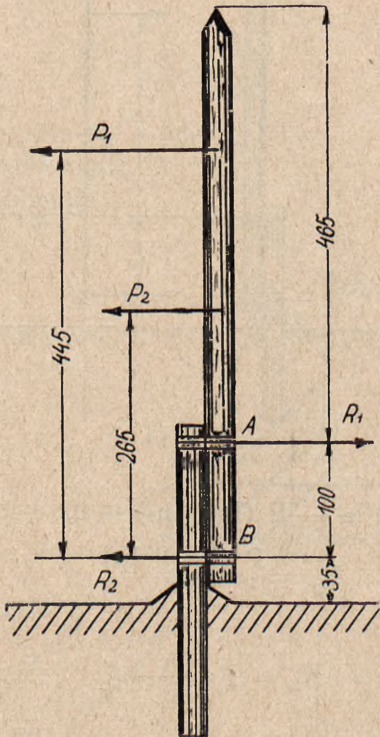
n — ilość zwojów chomąta;

q — przekrój jednego drutu;

k_1 — dopuszczalne obciążenie drutu = 15 kg/mm².

P r z y k ł a d: Linia obciążona ośmiu 5 mm przewodami zawieszonymi na hakach. Długość przęsła 40 m, długość nadziemnej części słupa — 6 m. Rejon o słabej gołoledzi; grubość ścianki lodu

— 10 mm, ciśnienie wiatru — 24 kg/m². Słup nadpsuty (nadgniły) o średnicy wierzchołka d_o = 18 cm, umocniony przystawką o średnicy 23 cm; dolne chomąto znajduje się na wysokości — 35 cm, górne zaś — 135 cm od powierzchni ziemi (rys. 15).



Rys. 15

Rozwiązanie: Punkt przyłożenia wypadkowej ciśnienia wiatru na przewody P_1 znajduje się na wysokości 445 cm od środka dolnego chomąta; wypadkowa ciśnienia wiatru na słup P_2 — na wysokości 265 cm.

Ciśnienie wiatru na przewody

$$P_1 = 24\ (2.10 + 5)\ 40.8.10^{-3} = 192 \text{ kg}.$$

Ciśnienie wiatru na słup

$$P_2 = \frac{24\ (0.18 + 0,23).\ 6}{2} = 29,52 \cong 30 \text{ kg}.$$

Ponieważ najbardziej jest obciążone chomąto górne, przeto, wziąwszy momenty sił w stosunku do punktu B, otrzymamy 192.445 + 30.265 — 100. $R_1 = 0$, z czego

$$R_1 = \frac{93,390}{100} \cong 934 \text{ kg.}$$

Pionowe obciążenie:

1) ciężar oblodzonych przewodów

$$G_l = \gamma_3 q \, ln = 0,0295.19,63.40.8 = 185 \text{ kg;}$$

2) ciężar słupa

$$G_{sł} = \gamma_0 \cdot \frac{\Pi d_s{}^2}{4} \cdot H. 10^{-3} = 0,65 \, \frac{3,14}{4} \left(\frac{18+23}{2}\right)^2 \cdot 600.10^{-3} =$$

$$= 129 \text{ kg}$$

3) ciężar haków i izolatorów

$$G = 2.8 = 16 \text{ kg.}$$

Ogólne obciążenie pionowe

$$G = 185 + 129 + 16 = 330 \text{ kg}$$

Zakładamy, że całe ciśnienie pionowe przekazane zostaje na górne chomąto. Wówczas całkowita reakcja w punkcie A

$$R_A = \sqrt{934^2 + 330^2} = 980 \text{ kg}$$

Ponieważ przystawka ustawiona jest prostopadle do linii, przeto stosując współczynnik k = 0,75 otrzymamy ilość stalowych przewodów o średnicy 4 mm (przekroju 12,56 mm²)

$$n = \frac{980}{0,75 \cdot 2 \cdot 12,56 \cdot 15} = 3,47 \cong 4$$

Ppłk EDWARD HOŁYŃSKI

WŁASNOŚCI ELEKTRYCZNE AKUMULATORÓW ZASADOWYCH

(Dokończenie)

8. Wyładowanie

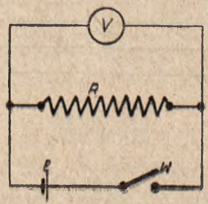
Wyładowanie akumulatora może odbywać się prądem o różnym natężeniu. W czasie próby jednak wyładowanie dokonywa się nominalnym prądem wyładowania, którego wartość liczbowa równa jest nominalnej pojemności akumulatora podzielonej przez osiem. Nominalny prąd wyładowania jest to prąd o takim natężeniu, przy którym całkowite wyładowanie akumulatora następuje w ciągu ośmiu godzin. Ogólnie biorąc — n-godzinnym systemem wyładowania akumulatora zasadowego nazywa się takie wyładowanie, w czasie którego cała nominalna pojemność zostaje wyczerpana w ciągu n godzin. Natężenie prądu wyładowania w każdym wypadku będzie równe pojemności akumulatora podzielonej przez n (czas wyrażony w godzinach trwania procesu wyładowania). Wartość nominalnego prądu wyładowania dla każdego typu akumulatora jest inna i zależy od jego pojemności nominalnej.

Akumulator, jak już mówiliśmy (patrz artykuł umieszczony w nrze 10/50 „Przeglądu Łączności"), jest chemicznym źródłem prądu działającego na zasadzie odwracalności reakcji chemicznych w nim zachodzących, tzn. w czasie wyładowywania akumulatora kadmowo-niklowego wodorotlenek niklowy ($Ni(OH)_3$) na elektrodzie dodatniej zamienia się w wodorotlenek niklawy ($Ni(OH)_2$), a na elektrodzie ujemnej gąbczasty metaliczny kadm zamienia się w wodorotlenek kadmu ($Cd(OH)_2$). Podczas ładowania zachodzą procesy odwrotne: wodorotlenek niklawy przekształca się w wodorotlenek niklowy i wodorotlenek kadmu zamienia się w gąbczasty, metaliczny kadm. Podczas głębokich wyładowań jednak, tzn. gdy wyładowanie przekracza nominalne napięcie końcowe, dopuszczalne przy danym natężeniu prądu wyładowania, na elektrodzie dodatniej zachodzą procesy nieodwracalne, które, jeśli głębokie wyładowania powtarzają się systematycznie, stopniowo zmniejszają pojemność

akumulatora. Jeśli zatem chcemy aby akumulator pracował jak najdłużej, należy go wyładowywać jedynie do momentu wyczerpania jego pojemności nominalnej, po czym należy go ponownie naładować.

W praktyce, w warunkach użytkowania — w większości wypadków — trudno jest ustalić moment, w którym została już wyczerpana nominalna pojemność akumulatora; natomiast o wiele prościej i łatwiej wyładowanie można określić na podstawie pomiaru napięcia końcowego mierzonego przy pewnym natężeniu prądu wyładowania.

Pomiaru dokonuje się za pomocą woltomierza w sposób podany na rys. 9.



Rys. 9

W normalnej temperaturze otoczenia akumulatory kadmowo-niklowe można wyładowywać, w zależności od natężenia prądu wyładowywania, do następujących wartości napięcia końcowego:

— przy ośmiogodzinnym i dłuższym systemie wyładowania,

tzn. przy prądzie wyładowania $I_w = \frac{Q}{8}$ — do 1,10 V

— przy pięciogodzinnym systemie wyładowania,

tzn. przy $I_w = \frac{Q}{5}$ — do 1,0 V

— przy trzygodzinnym systemie wyładowania,

tzn. przy $I_w = \frac{Q}{3}$ — do 0,8 V,

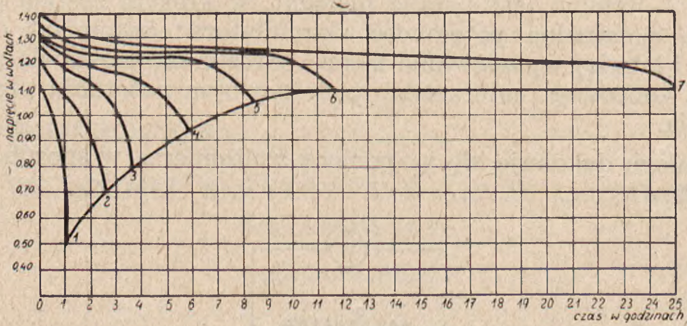
— przy dwugodzinnym systemie wyładowania,

tzn. przy $I_w = \frac{Q}{2}$ — do 0,7 V,

— przy jednogodzinnym systemie wyładowania,

tzn. przy $I_w = Q$ — do 0,5 V.

Przebieg wyładowania akumulatorów kadmowo-niklowych przy temperaturze elektrolitu równej 20° C w zależności od natężenia prądu wyładowania przedstawiono na rys. 10.



Rys. 10

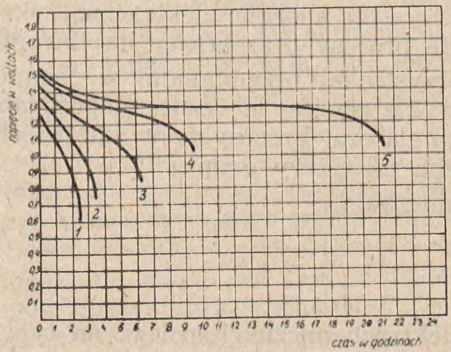
1 — jednogodzinny system wyładowania,
2 — dwugodzinny system wyładowania,
3 — trzygodzinny system wyładowania,
4 — pięciogodzinny system wyładowania,
5 — ośmiogodzinny system wyładowania,
6 — dziesięciogodzinny system wyładowania,
7 — dwudziestogodzinny system wyładowania.

Z przebiegu krzywych wynika, iż im większe jest natężenie prądu wyładowania, tym niższe jest napięcie, przy którym następuje wyładowanie i tym mniejszą pojemność uzyskuje się z akumulatora przy wyładowywaniu go do tego samego napięcia końcowego, i przeciwnie im dłuższy jest czas wyładowania, tym korzystniejsza jest robocza część krzywej wyładowania.

Końcowe napięcie wyładowania baterii akumulatorów oznaczamy mnożąc ilość połączonych szeregowo w baterii akumulatorów przez dopuszczalne dla danego systemu końcowe napięcie wyładowania jednego akumulatora.

Przy wyładowaniach do podanych wartości napięcia końcowego, akumulatory oddają swą nominalną lub nieco większą niż nominalna pojemność, przy czym przekroczenie to nie wywołuje jeszcze zjawisk charakterystycznych dla wyładowań głębokich.

Przebieg wyładowania akumulatorów żelazo-niklowych przy temperaturze elektrolitu 20° C i w zależności od obciążenia podano na rys. 11.



Rys. 11

1 — dwugodzinny system wyładowania,
2 — trzygodzinny system wyładowania,
3 — pięciogodzinny system wyładowania,
4 — ośmiogodzinny system wyładowania,
5 — dwudziestogodzinny system wyładowania.

Dla akumulatorów żelazo-niklowych systematyczne głębokie wyładowania są bardziej szkodliwe, aniżeli dla akumulatorów kadmowo-niklowych. Tłumaczy się to tym, iż przy normalnych wyładowaniach akumulatorów żelazo-niklowych masa czynna elektrody ujemnej (żelazo) przekształca się w wodorotlenek żelazawy $Fe(OH)_2$, natomiast przy głębokich wyładowaniach żelazo częściowo przechodzi w wodorotlenek żelazowy, który przy kolejnym następnym ładowaniu akumulatotra nie zamienia się już w aktywne żelazo metaliczne. Wskutek tego pojemność elektrody ujemnej pod wpływem głębokich wyładowań znacznie się obniża.

Elektroda dodatnia akumulatorów żelazo-niklowych w znacznie mniejszym stopniu ulega uszkodzeniom pod wpływem głębokich wyładowań, aniżeli elektroda ujemna, więcej jednak aniżeli elektroda ujemna w akumulatorach kadmowo-niklowych (kadmu).

Wobec tego, iż głębokie wyładowania bardzo źle wpływają na pracę akumulatorów żelazo-niklowych, a mianowicie zmniejszają ich pojemność i skracają czas pracy, należy przy ich użytkowaniu zwracać szczególną uwagę na to, by nie przekraczać określonych dla nich nominalnych wartości napięć końcowych. Wartości napięć końcowych dla akumulatorów żelazo-niklowych są te same, co i dla kadmowo-niklowych przy tych samych warunkach obciążenia i czasu trwania wyładowania.

9. Wyładowanie samorzutne

Poprzednio omówiliśmy procesy zachodzące w chemicznym źródle prądu podczas normalnego przekształcania energii elektrochemicznej na korzystną energię elektryczną, określone wartości charakteryzujące te procesy oraz straty im towarzyszące.

Poza tymi korzystnymi przemianami w chemicznych źródłach prądu zachodzą zwykle procesy uboczne, niepożądane i wywołujące straty energii akumulatora. Procesy te w zależności od ich charakteru podzielić można na cztery grupy:

a) elektrochemiczne,

b) chemiczne,

c) elektryczne,

d) fizyczne.

Istota strat elektrochemicznych polega na tym, iż między masami czynnymi chemicznego źródła prądu i zawartymi w nich domieszkami lub szczegółami konstrukcyjnymi akumulatora mogą powstawać pewne elektrochemiczne zależności, powodujące powstawanie nieproduktywnych elektrycznych prądów lokalnych wewnątrz akumulatora, na których wytwarzanie i podtrzymanie traci się bezużytecznie pewną ilość energii mas czynnych oraz zużywa się nieproduktywnie i przedwcześnie tworzywo mas czynnych akumulatora.

Straty chemiczne wywołane są tym, iż masy czynne wstępują w związki chemiczne między sobą z zawartymi w nich domieszkami, z elementami konstrukcyjnymi akumulatora itd., co wprawdzie nie wywołuje powstawania wewnątrz akumulatora lokalnych, szkodliwych prądów elektrycznych, powoduje jednak nieproduktywne zużycie mas czynnych akumulatora.

Straty elektryczne powstają wskutek nieuniknionych błędów konstrukcji i wykonania akumulatora lub też nieumiejętnego czy niewłaściwego jego użytkowania, w wyniku czego między elektrodami źródła powstają uboczne (wewnętrzne) obwody prądu, na które akumulator pracuje. Energia, jaka zostaje zużyta na powstawanie i podtrzymanie prądów ubocznych, jest nieproduktywną stratą, o wartość której zmniejsza się ilość użytecznej energii oddawanej przez akumulator do zewnętrznej części obwodu.

Wreszcie czwarty rodzaj strat jest wywołany zjawiskami takimi, jak parowanie, włoskowatość, dyfuzja, krystalizacja itd., które bezpośrednio albo pośrednio przez procesy jednej z trzech pierwszych grup powodują nieproduktywne zużycie mas czynnych lub nawet w pewnych wypadkach uniemożliwiają ich normalną pracę.

Szczególną wadą wszystkich tych szkodliwych zjawisk — objętych wspólną nazwą wyładowań samorzutnych — jest to, że zachodzą one niezależnie od tego, czy źródło prądu pracuje, czy też nie, na rzecz zewnętrznej części obwodu (odbiornika), wskutek czego

źródło prądu nawet w stanie nieczynnym niejako pracując samo na siebie, pochłania nieproduktywnie część wytwarzanej przez siebie energii.

Końcowym, praktycznym efektem tych procesów jest to, że źródło prądu albo oddaje mniejszą niż powinno ilość pojemności użytecznej, albo — w wypadku, gdy cała jego energia zostaje zużyta na procesy wyładowania samorzutnego — staje się nawet zupełnie nieprzydatne do pracy.

Pewne procesy warunkujące wyładowanie samorzutne są albo nieodłącznie związane ze zjawiskiem tworzenia się energii elektrycznej, albo wynikają z budowy danego źródła prądu. Te zjawiska i ich skutki mogą być tymi lub innymi sposobami w pewnej mierze zmniejszane, nigdy jednak nie mogą być całkowicie usunięte. Inne natomiast procesy powodujące samorzutne wyładowanie akumulatora, wywołane przyczynami ubocznymi, jak np. błędami konstrukcji, omyłkami lub niedbalstwem w czasie produkcji czy użytkowania, niedostateczną jakością materiału, a zwłaszcza obecnością w masach czynnych elektrod i elektrolitu ciał obcych itd., mogą być wyeliminowane niemal całkowicie.

Straty wywołane zjawiskami samorzutnego wyładowania będą — rzecz jasna — wzrastały w miarę zwiększania się czasu trwania szkodliwych procesów. Ponieważ w akumulatorach (w odróżnieniu od suchych elementów prądu), gdzie utracona pojemność może być przez ponowne naładowanie regenerowana, mogą być stosowane systemy, w których straty wywołane wyładowaniem samorzutnym są znaczne.

Wyładowywanie samorzutne określa się procentową ilością utraconej pojemności w ciągu doby lub miesiąca przez naładowany, lecz nieczynny akumulator.

Wyładowanie samorzutne, czyli obniżanie się pojemności nie włączonego do obwodu zewnętrznego akumulatora w wyniku zachodzących procesów chemicznych, zależy od stopnia naładowania, czystości elektrolitu, temperatury, w jakiej przechowuje się akumulatory oraz od stanu ich izolacji i wynikających stąd wartości upływów prądu. Utrzymywanie naładowanych całkowicie akumulatorów w stanie nieczynnym w ciągu miesiąca (w normalnej temperaturze) powoduje obniżenie ich pojemności od 15 do 20% w stosunku do pojemności, jaką miał ten akumulator wyładowany bezpośrednio po naładowaniu. Wyładowywanie samorzutne na wpół wyładowanego akumulatora jest o połowę mniejsze od wyładowania samorzutnego akumulatora naładowanego całkowicie. Wartość wyładowywania samorzutnego wzrasta w miarę podnoszenia temperatury, np. wyładowanie samorzutne akumulatora znajdującego się w otoczeniu o temperaturze +40° C jest dwukrotnie większe od wyładowania w temperaturze +20° C. Obecność w elektrolicie sody, potażu a zwłaszcza anionów kwasu azotowego znacznie zwiększa wyładowanie

samorzutne. Ponadto wyładowywanie samorzutne wzrasta jeżeli w elektrolicie znajdują się cząsteczki ołowiu lub cyny pochodzące z naczyń ołowianych lub cynowanych (pobielanych), w których elektrolit był ewentualnie przechowywany.

Po długim okresie bezczynności nawet w stanie wyładowanym pojemność akumulatora w pewnym stopniu obniża się, jednak już przez wzmocnione ładowanie go normalnym prądem ładowania w ciągu 12 godzin można uzyskać przywrócenie mu nominalnych własności pojemnościowych.

Wyładowanie samorzutne akumulatorów żelazo-niklowych jest znacznie większe niż kadmowo-niklowych (w temperaturze normalnej 2—3-krotne, a w temperaturze podwyższonej jeszcze większe) i w temperaturze normalnej po pięciu dobach osiąga 20%, po trzydziestu dobach waha się od 40 do 60%, a po 60-ciu dobach następuje prawie całkowite wyładowanie (rzędu 90%).

Po dłuższej bezczynności naładowanego akumulatora żelazo-niklowego przechowywanego w normalnej temperaturze następuje trwałe dochodzące do 20% obniżenie pojemności, które może być usunięte przez głębokie wyładowanie a następnie normalne ładowanie i ponowne normalne wyładowanie.

Jeżeli akumulatory żelazo-niklowe są przechowywane w stanie naładowanym w temperaturze +40° C wówczas ich wyładowanie samorzutne po 7 dniach dochodzi do 60—80%, a w ciągu 14 dni do 90—95%. Trwałe, najczęściej nie dające się już usunąć obniżenie pojemności akumulatora dochodzi przy tym do 20—25%, a często następuje bezpowrotna utrata pojemności. Z tego też względu użytkowanie akumulatorów żelazo-niklowych w podwyższonej temperaturze nie jest wskazane.

10. Ładowanie

Rozróżniamy trzy systemy ładowania akumulatorów zasadowych: normalny, przyspieszony i wzmocniony.

Normalne ładowanie odbywa się w ciągu sześciu godzin normalnym prądem ładowania, którego wartość liczbowa natężenia wynosi jedną czwartą wartości pojemności nominalnej, tzn. że w wyniku ładowania normalnego akumulator otrzymuje 150% nominalnej pojemności. Na przykład, akumulator NKN-10, którego pojemność nominalna wynosi 10 Ah, będzie przy systemie normalnym ładowany w ciągu sześciu godzin prądem o natężeniu 2,5 A, czyli pojemność jego po naładowaniu będzie wynosiła 15 Ah.

Ponieważ pojemność nowych akumulatorów jest zazwyczaj wyższa niż nominalna przeto wskazane jest by w ciągu pierwszych 100—150 cykli akumulatory te ładować w ciągu siedmiu godzin normalnym prądem ładowania.

Siedmiogodzinny system ładowania zaleca się także stosować w wypadkach, gdy wyładowanie akumulatora trwa 20 lub więcej

godzin, a to dlatego że przy długotrwałych wyładowaniach pobiera się z akumulatora więcej elektryczności niż wynosi jego pojemność nominalna, czyli ażeby podczas następnego ładowania akumulator przywrócić do stanu normalnego, należy go tak naładować, aby pojemność jego wynosiła nie 150% pojemności nominalnej, lecz więcej. Doświadczalnie stwierdzono, że aby przy stosowaniu długotrwałych systemów wyładowania, akumulator można było utrzymać przez dłuższy okres czasu w stanie nadającym się do pracy, należy go za każdym razem naładowywać do 175% pojemności nominalnej.

Ładowanie przyspieszone wykonywa się stosując w ciągu 2,5 godzin prąd o natężeniu liczbowo równym połowie wartości pojemności nominalnej ładowanego akumulatora, po czym natężenie prądu zmniejsza się o połowę i ładuje się akumulator jeszcze w ciągu dwóch godzin. W ten sposób akumulator osiąga 175% pojemności nominalnej, co jest konieczne ze względu na to, iż przy stosowaniu prądu ładowania o dużym natężeniu ładowanie jest mniej efektywne niż przy normalnym prądzie ładowania. Zwiększanie natężenia prądu ładowania powoduje podniesienie temperatury elektrolitu, co bez szkody dla akumulatora dopuszczalne jest zależnie od składu elektrolitu tylko do pewnych granic. W zasadzie należy unikać ładowania akumulatorów systemem przyspieszonym i stosować je jedynie w wypadkach rzeczywiście koniecznych, gdy na ładowanie normalne brak jest czasu.

Przyspieszony sposób ładowania skraca wprawdzie czas ładowania z sześciu do czterech i pół godzin, z drugiej jednak strony stałe stosowanie tego systemu obniża znacznie trwałość akumulatora i skraca okres czasu jego pracy.

Wzmocnione ładowanie wykonywa się w ciągu 12 godzin, przy czym w ciągu pierwszych sześciu godzin ładowanie odbywa się normalnym prądem ładowania, a w ciągu następnych sześciu godzin stosuje się prąd o natężeniu dwukrotnie mniejszym. Przy stosowaniu tego systemu ładowania akumulator osiąga 225% pojemności nominalnej. W wypadku jeśli akumulator stale pracuje należy ładowanie wzmocnione przeprowadzać periodycznie co 10 cykli (ładowanie — wyładowanie), jeżeli natomiast praca akumulatora nie jest systematyczna, wówczas ładowanie wzmocnione powinno się odbywać przynajmniej raz w miesiącu.

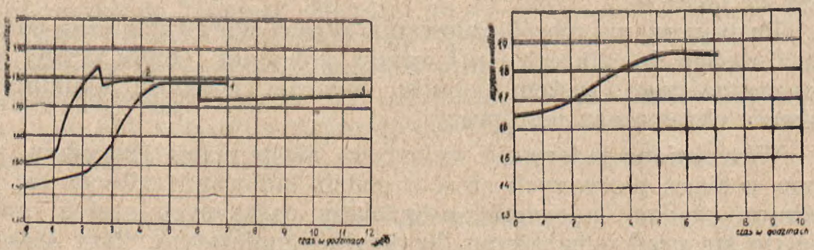
Akumulatory kadmowo-niklowe są tak zbudowane, że pojemność ich elektrody dodatniej jest większa niż pojemność elektrody ujemnej, wartość zatem pojemności całego akumulatora warunkowana jest pojemnością katody, która określa pojemność całkowitą akumulatora.

Wybór elektrody ujemnej jako miernika pojemności akumulatora powodowany jest tym, iż w czasie wyładowywania (zwłaszcza przy wyładowywaniach głębokich) pojemność anody zmniejsza się znacznie szybciej niż katody. Zastosowanie natomiast anody jako

wskaźnika pojemności akumulatora powodowałoby stałe wyładowywanie jej pojemności poniżej wartości nominalnej, a tym samym wywołałoby stosunkowo szybkie jej zużycie. Okresowe zatem stosowanie ładowania wzmocnionego wskazane jest z tego względu, iż przez podniesienie pojemności elektrody dodatniej zapobiega się jej przedwczesnemu zużyciu i przedłuża się okres pracy akumulatora.

W normalnych warunkach akumulatory zasadowe powinny być ładowane co najmniej normalnym prądem ładowania. W wypadku jednak gdy źródło prądu ładowania (np. agregat) nie może dać prądu o wymaganym natężeniu, można akumulatory ładować prądem mniejszym z tym jednak, iż proces ładowania musi trwać odpowiednio dłużej (ze względu na to, iż akumulator powinien otrzymać taką samą ilość ampero-godzin jak przy ładowaniu normalnym).

Ładowanie normalne i przyspieszone akumulatorów żelazo-niklowych odbywa się tak samo jak kadmowo-niklowych. Ładowanie przyspieszone akumulatorów żelazo-niklowych należy stosować jedynie w wyjątkowych wypadkach.



Rys. 12

Ładowanie wzmocnione akumulatorów żelazo-niklowych wykonywa się w ciągu 12 godzin normalnym prądem ładowania, czyli że przy tym systemie akumulatory osiągają 300% pojemności nominalnej. W odróżnieniu od akumulatorów kadmowo-niklowych, przy ładowaniu wzmocnionym akumulatorów żelazo-niklowych natężenia prądu w drugiej połowie procesu nie zmniejsza się, gdyż przy obniżonym natężeniu prądu elektroda żelazna naładowuje się znacznie gorzej. Ładowanie wzmocnione akumulatorów żelazo-niklowych stosuje się co 10 cykli nie mniej jednak niż raz w ciągu miesiąca, jeżeli praca akumulatora nie jest regularna. Ze względu na to, iż nowe akumulatory żelazo-niklowe mają zazwyczaj pojemność większą niż

nominalna, należy więc podczas pierwszych 100—150 ładowań ładować je normalnym prądem ładowania w ciągu 7 godzin.

Przebieg ładowania normalnego, przyspieszonego i wzmocnionego akumulatorów kadmowo-niklowych i ładowania normalnego akumulatorów żelazo-niklowych podany jest na rys. 12.

Krzywa 1, odpowiadająca normalnemu ładowaniu akumulatorów kadmowo-niklowych, wskazuje iż w ciągu pierwszych 2,5 godzin ładowanie (przy normalnej temperaturze) odbywa się przy napięciu 1,4—1,5 V, podczas dalszych 2,5 godzin napięcie ładowania stopniowo wzrasta do wartości około 1,78 V, w ostatniej wreszcie fazie procesu napięcie albo wzrasta bardzo nieznacznie, albo wcale nie zmienia się.

Krzywa 2, obrazująca przebieg ładowania przyspieszonego akumulatora kadmowo-niklowego, wskazuje że na początku ładowania napięcie wynosi 1,52—1,53 V i w ciągu pierwszych 2,5 godzin wzrasta do około 1,84 V, po czym na skutek dwukrotnego obniżenia natężenia prądu ładowania, napięcie spada do wartości 1,77 V i w ciągu następnych 2 godzin ładowania normalnym prądem wzrasta stopniowo do 1,78—1,80 V.

Krzywa 3, odpowiadająca ładowaniu wzmocnionemu akumulatora kadmowo-niklowego w ciągu pierwszych 6-ciu godzin, pokrywa się z krzywą 1, po czym na skutek dwukrotnego obniżenia natężenia prądu ładowania napięcie ładowania obniża się do wartości 1,73 V i w ciągu dalszych 6-ciu godzin ładowania wzrasta nieznacznie do wartości 1,75 V.

Krzywa 4 przedstawia ładowanie normalne akumulatora żelazo-niklowego. Początkowe napięcie ładowania wynosi około 1,65 V i w ciągu pierwszych 5-ciu godzin procesu wzrasta do wartości około 1,85 V, po czym w ciągu ostatnich dwóch godzin ładowania prawie wcale się nie zmienia (1,85—1,86 V).

11. Wpływ temperatury na własności elektryczne chemicznych źródeł prądu

Dane techniczne dotyczące chemicznych źródeł prądu są słuszne zazwyczaj w odniesieniu do ich pracy w normalnych warunkach termicznych, tzn. przy $+20°$ C. W praktyce jednak przechowywanie i użytkowanie może odbywać się w bardzo różnych temperaturach (w granicach od $+60°$ C do $—50°$ C), warunkowanych zmianami klimatycznymi zachodzącymi na kuli ziemskiej. Temperatury wychodzące poza te granice występują rzadko i mają charakter raczej przypadkowy. Wpływ zachodzących zmian temperatury na własności mechaniczne, chemiczne i elektryczne chemicznych źródeł prądu jest

na tyle znaczny, że nie wszystkie źródła nadają się do pracy w dowolnej temperaturze, znajdującej się w granicach podanego przedziału termicznego.

W zależności od zmian temperatury zmienia się szybkość procesów chemicznych, przy czym — jak ustalono — ze zmianą temperatury o każde 10° C szybkość ta zmienia się 2—4-krotnie, czyli np. zmiana warunków termicznych pracy akumulatora z +20° C do —50° C powoduje przynajmniej 14-krotne zmniejszenie szybkości reakcji chemicznych zachodzacych w akumulatorze, a zmiana temperatury z +20° C do +60° C wywołuje co najmniej 8-krotne przyspieszenie tych reakcji.

Temperatura wywiera istotny wpływ na fizyczne własności mas czynnych znajdujących się w źródle prądu. Mianowicie przy podnoszeniu temperatury zwiększa się przewodność elektryczna elektrolitu, jednocześnie zmniejsza się jego spoistość, co stwarza lepsze warunki dyfuzji, mającej zasadniczy wpływ na procesy, w wyniku których występuje zjawisko powstawania prądu elektrycznego. Przy obniżaniu temperatury zjawiska te mają przebieg odwrotny, przy czym wartość zachodzących zmian, występujących najsilniej w pobliżu punktu zamarzania elektrolitu nie jest proporcjonalna do zmian termicznych.

Podwyższenie temperatury wpływa wprawdzie nieznacznie na zwiększenie siły elektromotorycznej źródła prądu, lecz jednocześnie wywołuje nieproduktywne straty energii na nadmierne wyładowywanie samorzutne, a niejednokrotnie powoduje zjawiska fizyczno-chemiczne, pod wpływem których następuje uszkodzenie źródła prądu (porównaj cz. I artykułu — „Przegląd Łączności“ nr 11—12/50). Przechowywanie zatem i praca chemicznych źródeł prądu w warunkach podwyższonej temperatury jest szkodliwe dla tych źródeł, jeżeli nie są one do tych warunków specjalnie dostosowane.

Obniżenie temperatury wywołuje pewne, nieznaczne jednak, zmniejszenie siły elektromotorycznej chemicznego źródła prądu. Dopiero w temperaturze zamarzania elektrolitu wartość siły elektromotorycznej prawie od razu spada do zera, gdyż w elektrolicie znajdującym się w stanie zlodowaciałym ustają wszelkie procesy wywołujące powstawanie prądu elektrycznego.

Pomimo nieznacznego zmniejszenia siły elektromotorycznej źródła znajdującego się w obniżonej temperaturze, napięcie na jego zaciskach może obniżyć się bardzo wydatnie, co tłumaczy się zwiększeniem oporu wewnętrznego źródła i wzrostem wartości polaryzacji zanikającej. Obie te wielkości prawie w równym stopniu wzrastają w miarę obniżania się temperatury. Ponieważ spadek napięcia na całkowitym oporze wewnętrznym zwiększa się w miarę wzrostu natężenia prądu przepływającego w obwodzie chemicznego źródła prądu, zatem wpływ obniżonej temperatury na spadek napięcia na zaciskach źródła będzie tym większy, im większe jest obciążenie tego

źródła. Dlatego może się zdarzyć, iż nadmiernie obciążony akumulator nie da na mrozie wymaganego napięcia, natomiast to napięcie uzyskamy przy obciążeniu zmniejszonym. Wypływa z tego praktyczny wniosek: w czasie silnych mrozów należy stosować kilka źródeł prądu, połączonych albo równolegle — co w stosunku do każdego z nich zmniejszy obciążenie robocze, a tym samym zmniejszy spadek napięcia na ich oporach wewnętrznych — albo szeregowo, co wpłynie na zwiększenie ogólnego napięcia baterii. Stosowanie równoległego lub szeregowego łączenia źródeł zależy od warunków, w jakich te źródła mają pracować, należy jednak przy tym pamiętać, iż w miarę obniżania się temperatury całkowity opór wewnętrzny wzrasta. Elektrolit znajdujący się w stanie zamarzniętym ma opór nieskończenie wielki, tzn. iż w tym stanie wskutek całkowitego zaniku ruchu jonów elektrolit prądu nie przewodzi.

Mówiąc o wpływie temperatury na chemiczne źródło prądu, należy — rzecz jasna — rozumieć nie temperaturę otoczenia, w którym źródło pracuje, lecz temperaturę wewnątrz samego źródła, wskutek bowiem pewnej pojemności cieplnej, temperatura źródła prądu wyrównuje się z temperaturą otoczenia dopiero po pewnym czasie (od 2 do 8 godzin), zależnie od pojemności i różnicy temperatur źródła i otoczenia. Gdy źródło prądu znajduje się w opakowaniu, które jest złym przewodnikiem ciepła (np. drzewo, szmaty, wojłok itd.), wówczas jego nagrzewanie lub stygnięcie następuje wolniej. Jeżeli zatem źródło prądu, którego punkt zamarzania wynosi —20° C, zostanie dobrze opakowane (w materiał niewrażliwy na zmiany temperatury) i wyniesione z ciepłego pomieszczenia na mróz, np. trzydziestostopniowy, to źródło takie może pracować zupełnie dobrze do czasu (nieraz około 8 godzin), gdy nie rozpocznie się proces jego zamarzania, tzn. dopóki nie oziębi się do —20° C.

Zmiany temperatury mają także swój wpływ na ładowanie akumulatorów. Ponieważ w czasie ładowania prąd przechodzący przez akumulator wydziela pewną ilość ciepła, należy więc przy wyższych temperaturach, przez odpowiednie regulowanie natężenia prądu ładowania, unikać ewentualności przegrzania akumulatora, mogącego spowodować stałe uszkodzenie jego mas czynnych. Jeżeli ładowanie odbywa się w obniżonej temperaturze, wówczas na skutek straty napięcia na zwiększonym oporze wewnętrznym akumulatora, należy bezwarunkowo podnieść napięcie ładowania. W pewnych wypadkach — gdy masy czynne w niskich temperaturach tracą zdolności wstępowania w związki chemiczne z innymi substancjami, znajdującymi się w akumulatorze — naładowanie akumulatora w znacznie obniżonej temperaturze może w ogóle nie nastąpić.

W obniżonej temperaturze następuje — jak wiadomo — wzrost oporności elektrolitu, wzrost polaryzacji zanikającej oraz zmniejszenie szybkości przebiegu procesów chemicznych. Dlatego też, aby procesy warunkujące regenerację mas czynnych akumulatora mogły

przebiegać normalnie, należy do ładowanego źródła prądu doprowadzić napięcie wyższe (niż normalne).

Okazuje się jednak, że jeśli temperatura akumulatora jest niższa od pewnej temperatury granicznej, wówczas napięcie niezbędne do ładowania jest wyższe od napięcia granicznego, przy którym następuje elektroliza wody znajdującej się w akumulatorze. W takich wypadkach naładowanie akumulatora w warunkach obniżonej temperatury nie nastąpi, gdyż zamiast ładowania odbywa się jedynie proces elektrolizy wody elektrolitu.

12. Zależność pojemności i czasu pracy akumulatora od temperatury i elektrolitu

Zasadniczymi wymaganiami, jakie stawia sie akumulatorom zasadowym są: możliwie największa ich pojemność oraz możliwie najdłuższy w różnych temperaturach czas pracy. Temperatura w znacznym stopniu wpływa na pojemność akumulatora. W obniżonej temperaturze pojemność akumulatora maleje ponieważ:

a) zmniejsza się przewodność elektryczna elektrolitu, co z kolei wywołuje zwiększenie oporu wewnętrznego źródła prądu,

b) zmniejsza się szybkość procesów chemicznych,

c) elektrody stają się w pewnym stopniu pasywne.*)

Z tych trzech czynników, wpływających na wartość pojemności akumulatora pracującego w obniżonej temperaturze, można tylko — i to w pewnych granicach — zmieniać przez odpowiedni dobór elektrolitu wartość oporu wewnętrznego akumulatora. Elektrolitem stosowanym w akumulatorach zasadowych jest roztwór ługu sodowego, ługu potasowego lub ich mieszanina o różnym stężeniu i wzajemnym stosunku objętościowym lub wagowym. Niekiedy do roztworu dodaje się niewielkie ilości wodorotlenku litu.

Rozpatrzymy z kolei własności różnych elektrolitów w zależności od ich składu chemicznego, stężenia i temperatury.

a) Elektrolit potasowy

Przewodność elektryczna roztworu ługu potasowego jest większa aniżeli ługu sodowego **) (rys. 13). Dodanie do roztworu wo-

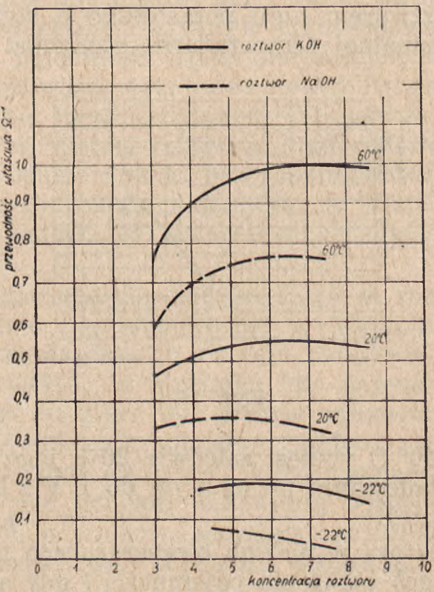
---

*) Pasywność występuje zazwyczaj w elektrodach ujemnych zwłaszcza w akumulatorach żelazo-niklowych. Pasywność elektrody ujemnej polega na tym, że pod wpływem procesów zachodzących podczas wyładowania, oddzielne cząsteczki gąbczastego kadmu lub żelaza pokrywają się tlenkami tych substancji.

Tlenki te mają mniejszą zdolność rozpuszczania się w elektrolicie (w niższych temperaturach), tworzą zatem na powierzchni cząsteczek szczelne błonki przeciwdziałające aktywnemu ich występowaniu w procesach wytwarzających prąd elektryczny.

**) Stężenie roztworów KOH i NaOH wyrażone jest na osi odciętych (rys. 13) ich ciężarem właściwym (d) i wartością N, wskazującą na to ile gram-równoważników danej substancji rozpuszczono w jednym litrze roztwo-

dorotlenku litu zmniejsza wprawdzie jego przewodność elektryczną niemniej jednak obniżenie to nie przekracza wartości maksymalnej przewodności elektrycznej ługu sodowego.



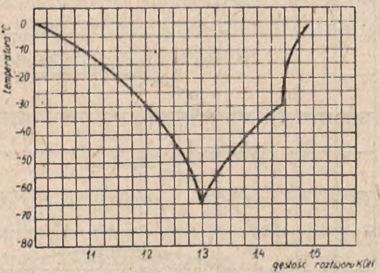
Rys. 13

W niskich temperaturach (zwłaszcza poniżej —15° C) najwyższą pojemność akumulatora otrzymuje się, gdy elektrolit stanowi roztwór ługu potasowego bez domieszki ługu litowego, ponieważ różnica przewodności elektrycznej tych roztworów wzrasta z obniżeniem temperatury. Temperatura zamarzania roztworu ługu potasowego zależy od jego stężenia (rys. 14). Im bardziej temperatura elektrolitu zbliża się do temperatury zamarzania, tym bardziej elektrolit gęstnieje i tym trudniej przebiega proces jego przenikania do por mas czynnych elektrod. Roztwór ługu potasowego o stężeniu 1,20 zamarza w temperaturze —35° C, o stężeniu 1,26 przy —50° C, a o stężeniu 1,30 zamarza przy —65° C. Pod wpływem oziębiania

---

ru. Gram-równoważnikiem jakiejś substancji nazywa się liczba otrzymana z podzielenia ciężaru cząsteczkowego tej substancji przez jej wartościowość. Liczba ta wskazuje ile gramów tej substancji zawiera jedna jej cząsteczka. Ponieważ jony, z których składają się cząsteczki KOH i NaOH są jednowartościowe, zatem gram-równoważnik KOH liczbowo równy jest ciężarowi cząsteczkowemu KOH (56,11 g KOH), a gram-równoważnik NaOH równy jest ciężarowi cząsteczkowemu NaOH (40,01 g NaOH). Liczba Awogadra $N = 6{,}062 \times 10^{23}$ wskazuje, ile atomów cząsteczek znajduje się w jednej gramocząsteczce. Przewodność właściwa (elektryczna) γ jakiejś substancji jest odwrotnością jej odporności właściwej $\rho = \frac{1}{\gamma}$

elektrolitu opór wewnętrzny akumulatora wzrasta. Dlatego też w temperaturze od —15° C do —40° C największą pojemność mają akumulatory nalane roztworem ługu potasowego o stężeniu 1,26—1,30. Pojemność ta jednak jest znacznie mniejsza od pojemności akumulatora z roztworem ługu potasowego o stężeniu 1,19—1,21, pracującego w normalnej temperaturze otoczenia. Pojemność aku-



Rys. 14

mulatora przy —40° C wynosi zaledwie 20% jego pojemności przy +20° C (przy wyładowaniu normalnym do 1 V i ładowaniu w normalnej temperaturze).

Praca akumulatora w niskich temperaturach nie wywołuje bezpowrotnego (stałego) obniżenia pojemności i gdy akumulator wraca do pracy w temperaturze normalnej, pojemność jego odzyskuje swą nominalną wartość (albo rzeczywistą).

Jednakże stosowanie elektrolitu potasowego o stężeniu 1,26—1,30 we wszystkich warunkach (temperatury) pracy akumulatora jest niedopuszczalne, gdyż w normalnej i wyższej temperaturze, na skutek nadmiernego stężenia elektrolitu potasowego następuje psucie się (przeżeranie) elektrody dodatniej, co z kolei wywołuje znaczne zmniejszenie okresu czasu pracy akumulatora. Także elektrolit potasowy o stężeniu normalnym (d = 1,19 — 1,21) bez domieszki roztworu litu nie zapewnia normalnej pracy elektrody dodatniej, należy zatem unikać stosowania czystego roztworu ługu potasowego, zwłaszcza że nieznaczne nawet podniesienie (w stosunku do normalnej) temperatury wywołuje wyraźne obniżenie pojemności płyt dodatnich i skraca czas pracy akumulatora.

b) Elektrolit sodowy

Praca bieguna dodatniego akumulatora zasadowego w roztworze ługu sodowego jest bardziej równa (stabilizowana) aniżeli w ługu potasowym, zatem stosowanie elektrolitu z roztworu ługu sodowego wydatnie wpływa na zwiększenie czasokresu pracy akumulatora w normalnej i podwyższonej (do +35 ° C) temperaturze. Ponieważ roztwory ługu sodowego mają mniejszą od roztworów ługu potaso-

wego przewodność elektryczną i najniższa (zależnie od stężenia) temperatura zamarzania ich przy stężeniu 1,20 wynosi zaledwie około —30° C, stosowanie więc elektrolitu sodowego korzystne jest tylko w temperaturze nie niższej niż +15° C. W niższych temperaturach akumulatory zalane roztworem ługu sodowego wykazują tak znaczne obniżenie pojemności (przy normalnym wyładowaniu), że — jeśli istnieją możliwości stosowania elektrolitu potasowego — praca ich jest wyraźnie nieproduktywna. Wprawdzie stosowanie „letniego elektrolitu“ w postaci roztworu ługu sodowego w normalnej temperaturze daje lepsze wyniki pracy akumulatora niż przy stosowaniu elektrolitu potasowego, jednak już w temperaturze +35° do +40° C elektrolit sodowy nie gwarantuje normalnej pracy akumulatora.

Jeśli w akumulatorze zasadowym zalanym roztworem ługu potasowego pracującym systematycznie w normalnej temperaturze pracy akumulatora zasadowego nastąpi obniżenie jego pojemności (w granicach 25—40%) w stosunku do pojemności nominalnej, wówczas pojemność ta może być prawie całkowicie regenerowana. W tym celu należy elektrolit potasowy zamienić dwukrotnie roztworem ługu sodowego, przy czym przy każdej zmianie elektrolitu akumulator powinien być poddany ładowaniu wzmocnionemu. Podniesienie w ten sposób pojemności akumulatora uzyskuje się wskutek regeneracji pojemności jego elektrody dodatniej.

c) Mieszanina ługu sodowego i ługu potasowego jako elektrolit

Z poprzednich rozdziałów wynika, że w niskich temperaturach pracy akumulatora należy jako elektrolit stosować roztwór ługu potasowego, podczas gdy w temperaturach wyższych korzystniej raczej zachowuje się roztwór ługu sodowego. Wynika stąd zagadnienie — z uwagi na kłopot związany z koniecznością częstej nieraz wymiany elektrolitu potasowego na sodowy i odwrotnie, zależnie od termicznych warunków pracy akumulatora — możliwości stosowania takiego elektrolitu, utworzonego z mieszaniny ługu sodowego i potasowego, który by umożliwiał normalną pracę akumulatora w dowolnej (w pewnych granicach) temperaturze. Przeprowadzone jednak próby wykazały nieprzydatność takiej mieszaniny w stosowaniu jej przy dużych wahaniach temperatury, bo już w granicach od —15° C do +40° C pojemność akumulatora w temperaturze poniżej 0° C nalanego elektrolitem potasowo-sodowym jest dużo mniejsza od pojemności jaką uzyskuje się z akumulatora nalanego roztworem ługu potasowego, a w temperaturze około +40° C pojemność i czas pracy takiego akumulatora są znacznie mniejsze, aniżeli wówczas gdy stosowany jest roztwór ługu sodowego. Dodanie ługu sodowego (20—40 g/litr) do akumulatora pracującego w normalnej temperaturze z elektrolitem z ługu potasowego przedłuży nieco czas

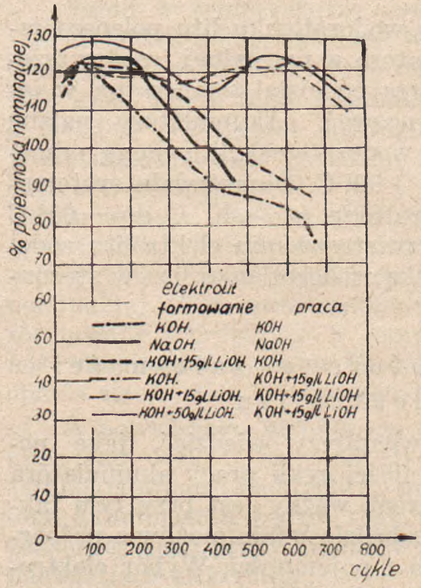
pracy akumulatora w stosunku do czasu jego pracy z roztworem ługu potasowego, okres ten będzie jednak mniejszy niż okres czasu pracy akumulatora nalanego roztworem ługu sodowego. Stosowanie zatem mieszaniny roztworu ługu potasowego i ługu sodowego jako elektrolitu w akumulatorach zasadowych nie jest zasadniczo zalecane.

d) Elektrolit potasowy z domieszką wodorotlenku litu

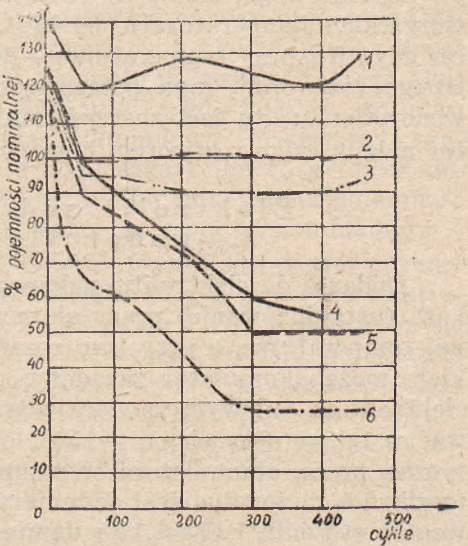
W wyższej (od normalnej) temperaturze struktura masy czynnej elektrody dodatniej zmienia się, w wyniku czego zmniejsza się wykorzystanie prądu ładowania przez anodę, co z kolei wpływa na obniżenie pojemności elektrody dodatniej i wyraźne obniżenie pojemności całego akumulatora. Strata pojemności akumulatora wywołana zmianą temperatury jest zjawiskiem bezpowrotnym, tzn. obniżenie pojemności nie ustępuje nawet wówczas, gdy akumulator powróci do pracy w normalnej temperaturze.

Dodanie do elektrolitu potasowego czy sodowego wodorotlenku litu w normalnej a zwłaszcza w podwyższonej temperaturze zwiększa pojemność elektrody dodatniej i czyni ją bardziej ustabilizowaną. Tłumaczy się to tym, że wodorotlenek litu zwiększa zdolność elektrody dodatniej w kierunku wykorzystania prądu ładowania, czyli że akumulatory nalane elektrolitem zawierającym pewien procent wodorotlenku litu lepiej naładowują się w temperaturze podwyższonej. Poza tym wodorotlenek litu przeciwdziała zmianom strukturalnym zachodzącym w masie czynnej elektrody dodatniej i zmniejszającym jej pojemność. Zachodzi przy tym stopniowe nagromadzanie litu w masie czynnej elektrody dodatniej, przy czym nagromadzenie to szczególnie intensywnie następuje w czasie formowania akumulatorów (dwa pierwsze cykle pracy akumulatora). Dodanie LiOH do elektrolitu w czasie formowania akumulatorów przedłuża okres ich pracy nawet wówczas, gdy w czasie dalszego użytkowania elektrolitem jest tylko ług sodowy lub potasowy, bez względu nawet na to że z czasem następuje „wypłukiwanie“ litu z masy czynnej anody i stałe zmniejszanie jego ilości w akumulatorze na skutek okresowej wymiany elektrolitu starego na nowy. Czas pracy akumulatora znacznie przedłuża się i wówczas, gdy dodawanie wodorotlenku litu odbywa się podczas jego pracy, nawet jeśli formowanie zostało przeprowadzone z czystym elektrolitem sodowym lub potasowym. Wynika to stąd, że masa czynna anody już podczas pierwszych cykli pracy akumulatora absorbuje lit z elektrolitu równie intensywnie jak przy formowaniu, poza tym w elektrolicie zostaje mimo wszyst-

ko pewna część wodorotlenku litu, która w czasie dalszej pracy akumulatora stale powiększa absorbcję litu przez anodę (rys. 15 i 16).



Rys. 15



Wykres	elektrolit	
	formowanie	praca
1	KOH+50g/l LiOH	KOH+15g/l LiOH
2	KOH+15g/l LiOH	— II —
3	KOH	— II —
4	NaOH	NaOH
5	KOH+15g/l LiOH	KOH
6	KOH	KOH

Rys. 16

Najlepsze jednak wyniki — jeśli chodzi o czas pracy — osiąga się wówczas, gdy i formowanie i praca akumulatora odbywa się z elektrolitem składającym się z roztworu ługu potasowego, do którego dodano pewien procent roztworu wodorotlenku litu. Już w normalnej temperaturze czas pracy akumulatora formowanego i pracującego na elektrolicie potasowym z domieszką wodorotlenku litu jest 2—3-krotnie większy od okresu czasu pracy akumulatora nalanego elektrolitem sodowym lub potasowym bez wodorotlenku litu. W wyższych temperaturach różnica ta staje się jeszcze większa. Elektroda dodatnia pracuje najrówniej i najwydatniej wówczas, gdy zawartość wodorotlenku litu w elektrolicie wynosi (zależnie od temperatury i systemu wyładowania) od 10 do 15 g/litr roztworu ługu potasowego. Dodawanie nadmiernych ilości LiOH do elektrolitu nie jest celowe zarówno ze względów ekonomicznych jak i technicznych.

Pomimo bezwzględnych korzyści, jakie daje w normalnej i wyższych temperaturach elektrolit potasowy z zawartością pewnej ilości ługu litowego, elektrolit ten nie nadaje się do stosowania go we wszystkich temperaturach (+40° C do —40° C) pracy akumulatora, gdyż już przy temperaturze —15° C pojemność akumulatora nalanego roztworem ługu potasowego o pewnej zawartości roztworu wodorotlenku litu jest znacznie mniejsza od tej, którą ma akumulator nalany tylko roztworem ługu potasowego.

e) Elektrolit sodowy z domieszką wodorotlenku litu

Dodanie do elektrolitu sodowego wodorotlenku litu polepsza jakość (ustabilizowanie) pracy akumulatora w normalnej i podwyższonej temperaturze, a przy tym rozszerza przedział temperatur, w jakich może akumulator zasadowy pracować. Akumulatory nalane elektrolitem sodowym zawierającym wodorotlenek litu mogą pracować w temperaturach od +15° C do +60° C. Długotrwała systematyczna praca akumulatora w temperaturze od +40° C do +60° C możliwa i racjonalna jest jedynie przy stosowaniu elektrolitu sodowego o stężeniu 1,17—1,19 z domieszką wodorotlenku litu w stosunku 15 g/litr do 30 g/litr.

f) Czas pracy akumulatora w zależności od rodzaju elektrolitu

Przy wyborze elektrolitu nie wystarczy wiedzieć, jaką pojemność uzyska się w ciągu pewnej ilości cykli pracy akumulatora po nalaniu go tym czy innym roztworem, ważny jest przy tym także okres czasu, w jakim źródło prądu będzie miało możliwie najbardziej równe (stałe) wartości napięcia i pojemności. Wybór elektrolitu, który dawałby możność uzyskania jak najdłuższego czasu pracy akumulatora zależy od warunków termicznych, w których praca ta ma się odbywać. Krzywe na rys. 15 i 16 ilustrują jak w temperaturze normalnej i przy +40° C zmienia się czas pracy i pojemność akumulatora w zależności od zastosowanego w nim elektrolitu.

Na rys. 15 widać, że w normalnej temperaturze akumulator formowany i pracujący z elektrolitem potasowym utrzymuje pojemność nominalną w ciągu 300 cykli, z elektrolitem sodowym utrzymuje pojemność nominalną w ciągu 400 cykli, a z elektrolitem potasowym zmieszanym z ługiem litu w proporcji 15 g/litr — zachowuje pojemność nominalną jeszcze powyżej 750 cykli. Pojemność nominalna akumulatora formowanego z elektrolitem potasowym zmieszanym z ługiem litu a pracującym tylko z elektrolitem potasowym utrzymuje się w ciągu 450 cykli, a więc w czasie o 50% dłuższym niż przy formowaniu z samym ługiem potasowym.

Podniesienie temperatury (do +40° C) zwiększa — jak to widać z rys. 16 — zależność czasu pracy akumulatora od stosowanego elektrolitu, najlepiej zaś w tych warunkach zachowuje się akumulator formowany z elektrolitem potasowym zmieszanym z ługiem litowym w stosunku 50 g/litr, a pracujący z elektrolitem potasowym zmieszanym z 15 g/litr LiOH. Ponadto pojemność takiego akumulatora wzrasta na przestrzeni 450 cykli o 20—30% w stosunku do pojemności nominalnej. Natomiast akumulator formowany i pracujący z elektrolitem potasowym z domieszką tylko 15 g/litr wodorotlenku litu pracuje normalnie w ciągu 450 cykli, jednak pojemność jego utrzymuje się już tylko w granicach pojemności nominalnej.

Jeżeli w temperaturze +40° C akumulator został sformowany z elektrolitem potasowym bez wodorotlenku litu, a pracuje z elektrolitem potasowym, do którego dodano 15 g/litr LiOH wtedy w czasie 450 cykli pracy tego akumulatora następuje spadek pojemności o 5—10% pojemności nominalnej. Akumulatory zawierające elektrolit składający się wyłącznie z ługu potasowego formowane i pracujące w temperaturze +40° C zachowują pojemność nominalną zaledwie w ciągu około 5 cykli. Około dziesiątego cyklu pracy pojemność tych akumulatorów obniża się do 80% pojemności nominalnej, a przy 300 cyklach pojemność ich wynosi zaledwie 28% pojemności nominalnej. Te same akumulatory zawierające elektrolit sodowy, formowane i pracujące w temperaturze +40° C zachowują pojemność nominalną w ciągu 50 cykli, a po 400 cyklach pojemność ich obniża się do 55% pojemności nominalnej.

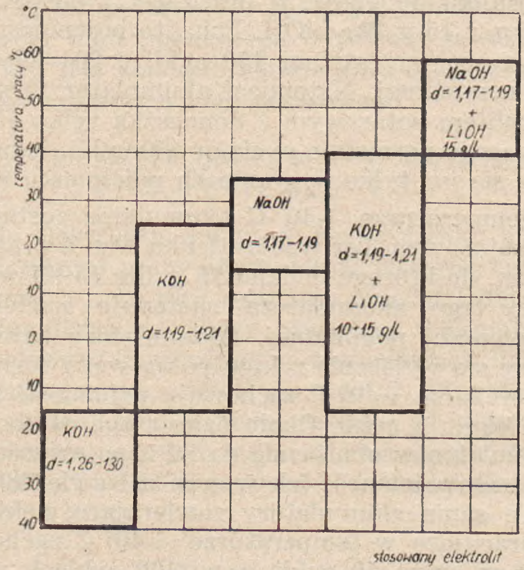
Z powyższego wynika, że w akumulatorze pracującym w różnych (od —40° C do +60° C) temperaturach nie można stosować „standartowego" elektrolitu, gdyż w wielu wypadkach wydajność tego akumulatora będzie zbyt mała i nieopłacalna. Dlatego też dla właściwej jego pracy trzeba w zależności od temperatury stosować następujące elektrolity:

Dla temperatury (°C)	Stosować należy elektrolit
od —40° C do —15° C	KOH o stężeniu 1,26—1,30
„ —15° C „ —25° C	KOH „ 1,19—1,21
„ +15° C „ +40° C	KOH „ 1,19—1,21 + LiOH w stos. 10—15 g/litr
„ +15° C „ +35° C	NaOH „ 1,17—1,19
„ +40° C „ +60° C	NaOH „ 1,17—1,19 + LiOH w stosunku 15 g/litr

Dane tej tabelki przedstawione są wykreślnie na rys. 17.

W temperaturach poniżej —15° C najbardziej celowe jest stosowanie czystego elektrolitu o stężeniu 1,26—1,30, w temperaturach od —15° C do +40° C najkorzystniej pracuje elektrolit potasowy o stężeniu 1,10—1,21 z domieszką 10—15 g/litr wodorotlenku litu.

Systematyczna praca akumulatorów w temperaturze powyżej +40° C powinna odbywać się przy zastosowaniu jako elektrolitu roztworu ługu sodowego o stężeniu 1,17—1,19 z domieszką 15 g/ litr wodorotlenku litu.



Rys. 17

W wypadkach gdy akumulator pracuje w warunkach znacznych zmian temperatury (w warunkach polowych), należy, w braku wodorotlenku litu w temperaturach powyżej +15° C, stosować tzw. letni elektrolit, składający się z roztworu ługu sodowego o stężeniu 1,17—1,19, a elektrolit zimowy, składający się z roztworu ługu potasowego o stężeniu:

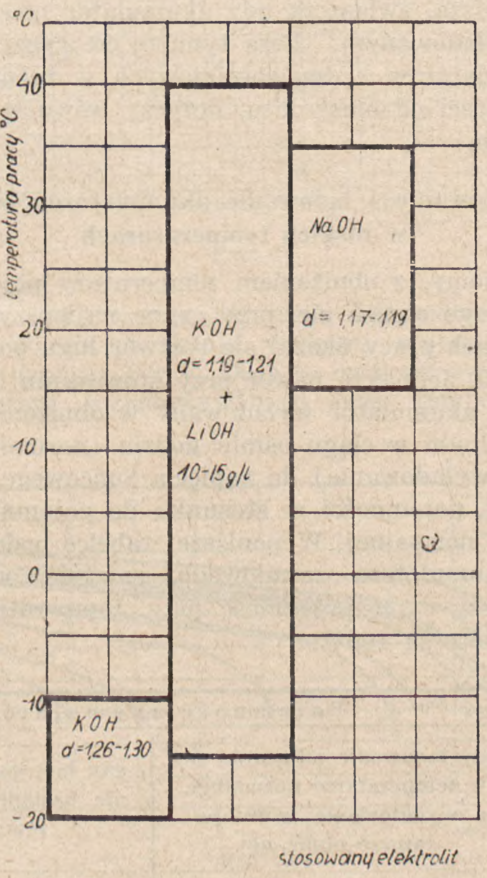
1,19—1,21 dla temperatur od +15° C do —15° C oraz

1,26—1,30 dla temperatur poniżej —15° C.

Wprawdzie taka różnorodność elektrolitów jest z punktu widzenia obsługiwania niezbyt dogodna (zwłaszcza w warunkach polowych), jednak stosowanie ługu potasowego w niższych temperaturach i ługu sodowego o podanych stężeniach w temperaturze normalnej i wyższych jest konieczne ze względu na pojemność i wydajność akumulatora.

W akumulatorach żelazo-niklowych pracujących w normalnej i podwyższonych temperaturach, czynnikiem warunkującym dobrą pojemność akumulatora jest jego elektroda dodatnia, której praca w roztworze ługu potasowego nie daje pozytywnych (ustabilizowanych) wyników. Z tego też względu w akumulatorach żelazo-niklowych pracujących w temperaturze normalnej i wyższych nie należy stosować elektrolitu potasowego bez domieszki wodorotlenku litu.

W tych temperaturach pracują najlepiej akumulatory zawierające elektrolit potasowy z domieszką 10—15 g/litr LiOH lub elektrolit sodowy z domieszką 5 g/litr LiOH. W razie braku wodorotlenku litu w tych warunkach termicznych wolno stosować jedynie elektrolit sodowy o stężeniu 1,17—1,19 (rys. 18).



Rys. 18

Ponieważ w niskich temperaturach pojemność akumulatorów żelazo-niklowych warunkowana jest pojemnością nie dodatniej, lecz ujemnej elektrody, zatem w temperaturach niższych od nominalnej, elektrolitem w tych akumulatorach może być elektrolit składający się wyłącznie z roztworu ługu potasowego (bez domieszki LiOH). Z chwilą jednak zmiany warunków pracy i temperatury co najmniej do temperatury normalnej, elektrolit potasowy należy bezwarunkowo zmienić na potasowy z dodatkiem wodorotlenku litu lub na elektrolit sodowy.

W temperaturze powyżej +40° C akumulatory żelazo-niklowe nie powinny pracować, gdyż w tych warunkach wzrasta wydatnie ich wyładowanie samorzutne, potęguje się rozpuszczenie w elektrolicie masy czynnej elektrody ujemnej (żelazo) i zanieczyszczenie żelazem elektrody dodatniej, przy czym pojemność akumulatora znacznie się zmniejsza, zwłaszcza gdy akumulator nieczynny znajduje się w stanie naładowanym. Poza tym, to co wyżej zostało podane o pracy akumulatorów kadmowo-niklowych w różnych temperaturach w zależności od elektrolitu, dotyczy również akumulatorów żelazo-niklowych.

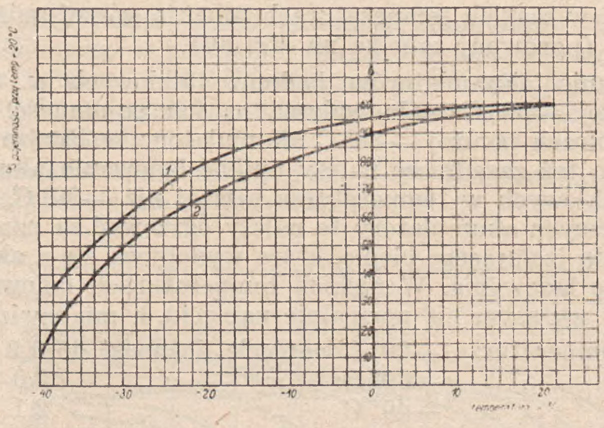
13. Wyładowanie i ładowanie akumulatorów zasadowych w niskich temperaturach

Jak już wiemy, z obniżeniem temperatury pojemność akumulatora zasadowego obniża się, przy czym najlepszym elektrolitem w tych warunkach pracy okazał się roztwór ługu potasowego o stężeniu 1,26—1,30. Jednakże nawet przy stosowaniu tego (najlepszego) elektrolitu, akumulator wyładowany w obniżonej temperaturze prądem nominalnym w ciągu ośmiu godzin (normalny — ośmiogodzinny system wyładowania) do napięcia końcowego 1 V, wykazuje pewne obniżenie pojemności w stosunku do pojemności posiadanej w temperaturze normalnej. W poniższej tabelce podane są wartości pojemności akumulatora zasadowego, zależnie od temperatury (obniżonej), przy czym pojemność przy temperaturze normalnej (+20° C) przyjęto za 100%.

Temperatura	Pojemność akumulatora			
	gdy ładowanie odbywało się w temperaturze normalnej, a wyładowanie w temperaturze obniżonej		gdy ładowanie i wyładowanie nastąpiło w obniżonej temperaturze	
	NKN	ŻN	NKN	ŻN
— 10° C	85%	80—85%	80%	60—70%
— 20° C	75%	70—75%	70%	20—25%
— 30° C	50—60%	10%	45%	0%
— 30° C	20—30%	0%	5%	—

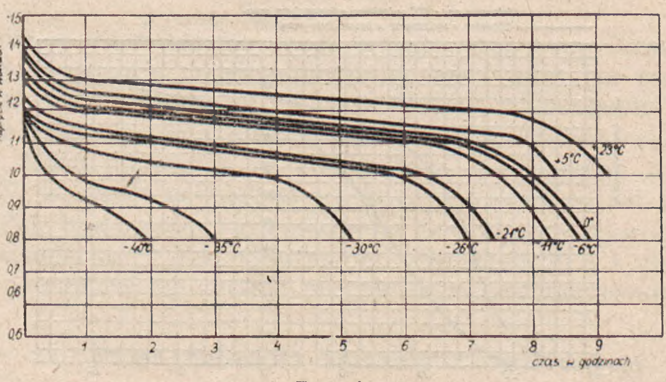
Zależność pojemności akumulatora kadmowo-niklowego od temperatury jest podana wykreślnie na rys. 19.

Wyładowanie akumulatora w temperaturze obniżonej odbywa się przy napięciach niższych aniżeli wyładowanie w temperaturze



Rys. 19

normalnej (rys. 20). Dlatego też jeżeli dane odbiornika pozwalają na to, można w celu uzyskania większej pojemności wyładować akumulator do napięcia 0,8 V. Daje to możność zwiększenia pojemności akumulatora wyładowywanego przy temperaturze —30° C



Rys. 20

z 50 do 60% i przy temperaturze —40° C z 20 do 40% w stosunku do pojemności posiadanej przez akumulator w warunkach pracy normalnej (normalnej temperaturze i napięciu końcowym wyładowania do 1 V). Poza tym zmniejszenie natężenia prądu wyładowania daje możność dodatkowego zwiększenia w pewnym stopniu pojemności pobieranej z akumulatora pracującego w obniżonej temperaturze.

Akumulatory żelazo-niklowe przy zastosowaniu tego samego elektrolitu ługu potasowego o stężeniu 1,26—1,30 i wyładowaniu w ciągu 8 godzin normalnym prądem wyładowania do napięcia koń-

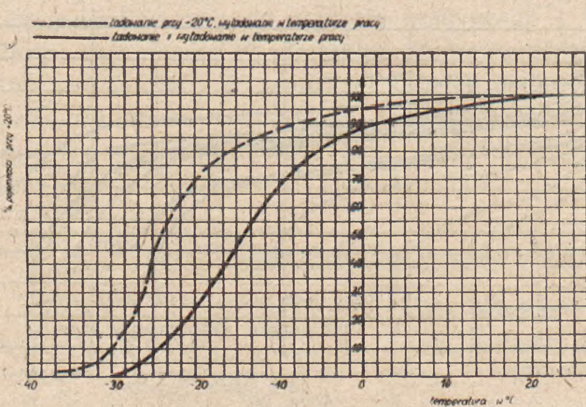
cowego 1 V w niskich temperaturach pracują gorzej aniżeli kadmowo-niklowe (porównaj tabelkę na str. 86).

Ładowanie akumulatorów kadmowo-niklowych w temperaturach powyżej —30° C mało wpływa na ich pojemność, natomiast w temperaturach poniżej —30° C akumulatory te bardzo źle ładują się i dlatego też zasadniczo należy unikać ładowania akumulatorów kadmowo-niklowych w temperaturze niższej niż —30° C. W wypadkach koniecznych akumulatory te należy ogrzewać za pomocą jakiegoś materiału izolującego ciepło, które wydobywa się z akumulatora podczas jego ładowania. W niskich temperaturach ładowanie odbywa się przy wyższym niż normalnie napięciu, a mianowicie:

przy temperaturze —20° C napięcie dochodzi do 1,9 V
„ „ —30° C „ „ „ 2,0 V
„ „ —40° C „ „ „ 2,1 V

Pod koniec ładowania temperatura elektrolitu jest wyższa niż temperatura otoczenia o jakieś 5—8° C. W niskich temperaturach, ze względu na mniejszy efekt, zaleca się przeprowadzanie ładowania normalnym prądem ładowania nie w ciągu sześciu, lecz siedmiu godzin.

Zależność pojemności akumulatorów żelazo-niklowych od temperatury podana jest na rys. 21. Z krzywych tych widać, że w tem-



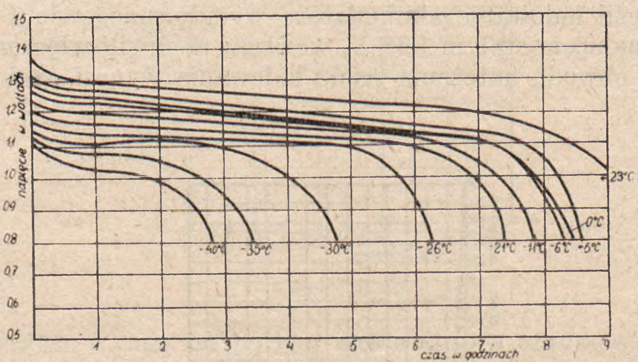
Rys. 21

peraturach do —20° C akumulatory żelazo-niklowe naładowują się bardzo źle, a poniżej —20° C akumulatory te w ogóle nie dają się ładować. W miarę obniżania temperatury napięcie na zaciskach akumulatora żelazo-niklowego obniża się (rys. 22).

Ładowanie akumulatorów żelazo-niklowych, podobnie jak kadmowych, odbywa się przy podwyższonym napięciu, na przykład: przy —20° C napięcie wynosi 2 V, a przy —40° C napięcie już na początku ładowania wynosi 2,4 V, po czym spada do 2,2 V, jednakże zamiast ładowania akumulatora w tej temperaturze następuje pro-

ces elektrolizy wody. Jeżeli natomiast akumulator żelazo-niklowy został naładowany w normalnej temperaturze, a wyładowany w temperaturze powyżej —20° C, wówczas pojemność jego zbliżona jest do pojemności akumulatora kadmowo-niklowego pracującego w tych samych warunkach.

W temperaturach niższych od —20° C akumulatory żelazo-niklowe praktycznie nie są przydatne.



Rys. 22

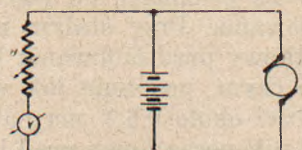
Zmniejszenie natężenia prądu wyładowania akumulatora żelazo-niklowego powoduje zwiększenie pojemności jaką ma ten akumulator przy wyładowaniu normalnym prądem wyładowania.

W normalnej temperaturze nie wolno przetrzymywać akumulatorów żelazo-niklowych z elektrolitem potasowym o stężeniu 1,26—1,30 w stanie naładowanym, gdyż powoduje to ich psucie się.

Spadek pojemności akumulatorów zasadowych wywołany obniżeniem temperatury jest zjawiskiem przejściowym i z chwilą podgrzania pojemność ich zostaje przywrócona (zregenerowana).

14. Praca buforowa akumulatora zasadowego

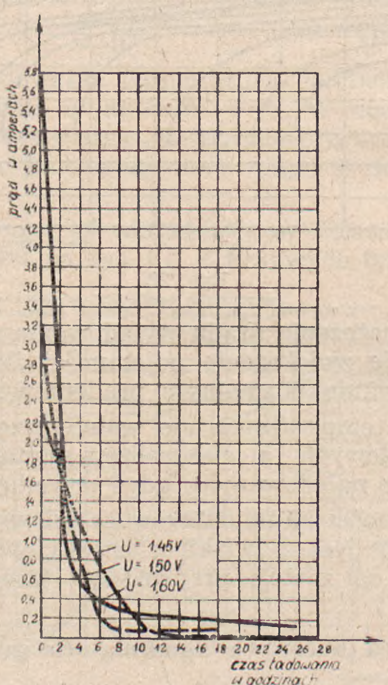
Baterie buforowe dołącza się równolegle do zasadniczego źródła prądu (np. prądnica) zasilającego jakiś obwód (rys. 23). W czasie normalnej pracy prądnicy akumulator naładowuje się. W chwilach natomiast szczytowych obciążeń akumulator wyładowuje się wyrównując wahania napięcia zasadniczego źródła prądu. W wypadku



Rys. 23

uszkodzenia prądnicy bateria buforowa (równoległa) ma zadanie zasilania odbiornika do czasu usunięcia uszkodzenia lub wymiany prądnicy.

Jeżeli bateria buforowa zostanie dołączona do zasadniczego źródła prądu w stanie wyładowanym, wówczas ładowanie jej następuje przy stałym napięciu, przy którym prąd ładowania na początku procesu jest nadmiernie duży, a następnie szybko spada do wartości bardzo małej, praktycznie już dalej nie obniżającej się. Z rys. 24 widać że, jeśli ładowanie akumulatora wyładowanego do 1 V odbywa się przy napięciu stałym 1,45 V, wówczas w chwili włączenia akumulatora do obwodu natężenie prądu ładowania wynosi około 90% nor-

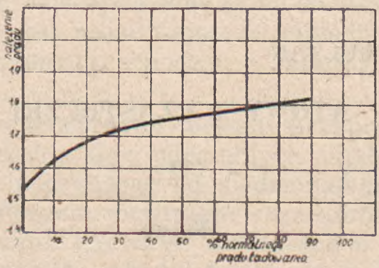


Rys. 24

malnego prądu ładowania, po godzinie prąd obniży się do wartości 70%, po 2 godzinach — do 55%, po 4 godzinach — do 34%, po 6 godzinach do 20%, a po 16 godzinach do wartości stałej około 0,6% normalnego prądu ładowania. Przy stałym napięciu ładowania wynoszącym 1,5 V początkowy prąd ładowania będzie większy niż normalny o 12—13%, po czym, podobnie jak w pierwszym wypadku, szybko opada do wartości około 0,6% normalnego prądu ładowania. Przy napięciu stałym 1,6 V początkowy prąd ładowania wynosi 230% normalnego prądu ładowania, przy czym całkowite naładowanie aku-

mulatora nastąpi dopiero po 30 godzinach, a przy napięciu stałym 1,45 V po 50 godzinach akumulator zostanie naładowany do 60% jego pojemności rzeczywistej.

Jeżeli bateria buforowa zostanie dołączona do właściwego źródła prądu w stanie naładowanym, wówczas w zależności od przyłożonego napięcia przez akumulator przepływać będzie określony prąd powodujący jego doładowywanie (rys. 25). W czasie pracy buforowej



Rys. 25

należy zwracać uwagę na poziom elektrolitu w akumulatorze, gdyż pod wpływem stałego doładowywania następuje szczególnie intensywny rozkład wody i ulatywanie wraz z wydzielającym się gazem drobnych cząstek elektrolitu.

Przy małych natężeniach prądu ładowania akumulatory żelazo-niklowe znacznie gorzej ładują się niż akumulatory kadmowo-niklowe. Najniższe napięcie stałe niezbędne chociażby do powolnego ładowania akumulatorów żelazo-niklowych wynosi 1,60—1,65 V, podczas gdy akumulatory kadmowo-niklowe ładowane w tych samych warunkach wymagają napięcia 1,50—1,55 V. Z tego powodu do pracy buforowej akumulatory żelazo-niklowe są mniej odpowiednie niż akumulatory kadmowe lub kwasowe.

Mgr inż. ZYGMUNT MULTAN

ATOMY I CZĄSTECZKI

II

Wstęp

W dalszym ciągu rozważań o atomach i cząsteczkach zaznajomimy Czytelnika szczegółowo przede wszystkim z bardzo ważną teorią molekularną, z której wielce cennych usług będziemy później, przy rozważaniu zagadnień ściśle atomistycznych, stale korzystali.

Otóż nowoczesna teoria molekularna uczy między innymi, że materia nie jest ciągła, jakby się to na pozór wydawało, lecz składa się z oddzielnych, niezmiernie małych cząsteczek, zwanych drobinami albo molekulami. Molekuły te dzielą się na atomy, które przedstawiają najmniejsze, zasadnicze jednostki podstawowych, prostych rodzajów materii, czyli pierwiastków.

Przy rozważaniu zaś molekuł i atomów interesują nas zwykle najpierw takie ich cechy, jak wielkość i ciężar. Ciężar molekularny ciała przedstawia, jak już wiemy, wielkość względną odniesioną do jednego atomu wodoru, którego ciężar, jako najlżejszego z ciał, przyjęto za jednostkę. Z ciężaru molekularnego wypływa bezpośrednio ciężar atomowy — dla ciał pierwiastkowych.

Nowoczesna teoria molekularna

Teoria molekularna stanowi próbę systematyczną wyjaśnienia szeregu zjawisk z dziedziny budowy materii i opiera się na hipotezie. Hipoteza wyraża tylko naukowo uzasadnione przypuszczenie, mające na celu wyjaśnienie zjawisk zauważonych oraz przewidywanie nowych dotąd nieznanych.

Założenia ogólne.

Teoria drobinowo-kinetyczna opiera się na założeniu, iż materia składa się z oddzielnych molekuł, które znajdują się w bezustannym ruchu.

Według tego założenia, materia jest więc tylko pozornie jednolita i zbudowana jest z oddzielnych ultramikroskopijnych, doskonale sprężystych cząsteczek, obdarzonych nieustającym ruchem prostolinijnym.

Wynikająca stąd nieciągłość materii, która objawia się we wzajemnym przenikaniu różnych rodzajów materii oraz ruch jej cząsteczek, objawiający się w samorzutnym przesuwaniu się ich we wszystkich kierunkach przy zjawisku dyfuzji, są zupełnie samoistne i niespowodowane działaniem żadnych sił zewnętrznych.

Samoistne cząsteczki materii, czyli molekuły, składające się na jej masę, są mniej lub więcej zależne tylko od siebie przez wzajemne oddziaływanie, które jest najsilniejsze w ciałach stałych, a najsłabsze w gazach rozrzedzonych, schodząc w miarę ich rozprężania niemal do zera.

Już w czasach starożytnych uczeni przypuszczali, że materia nie jest ciągła, lecz składa się z oddzielnych cząstek. Dopiero jednak w okresie nowszym, poczynając od siedemnastego wieku, przypuszczenie to zostało należycie rozwinięte i uzasadnione przez uczonych fizyków, którzy wykazali nadto, że wchodzące w skład budowy materii drobniutkie molekuły oddzielone są od siebie wolnymi przestrzeniami i znajdują się w ciągłym, samoistnym, ustawicznie zmieniającym się, chaotycznym ruchu, którego pewna średnia dla wszystkich cząsteczek prędkość nigdy nie jest stała.

Według rozwiniętej więc tak teorii, molekuły materii wciąż zderzają się z sobą śród wolnych przestrzeni, a przeto ruch ich ma stale zmienną prędkość i kierunek.

Weźmy pod uwagę pewien zakres zjawisk z dziedziny budowy materii, mianowicie stany jej skupienia.

Przyjrzyjmy się co daje teoria drobinowo-kinetyczna pod względem własności fizycznych różnych stanów skupienia w zrozumieniu istoty tych zjawisk i wytłumaczeniu różnic cech poszczególnych stanów materialnych oraz towarzyszących ich fazom przejściowym objawów kinetycznych i termicznych.

Zauważmy jak wygląda w świetle tej teorii zbiorowisko molekuł i atomów, przedstawiające się jako na pozór jednolita materia w postaci ciał stałych, ciekłych i gazowych. Otóż pozornie jednorodna ich substancja wykazuje w swej budowie niezliczoną ilość luk, występujących między budującymi ją cegiełkami. Drobniutkie, niedostrzegalne te cegiełki, jakimi są cząsteczki, czyli drobiny albo molekuły ciał materialnych, znajdują się w nieustannym ruchu, który nie jest wywołany żadnymi siłami zewnętrznymi. Rozważmy ten ruch po kolei w substancjach gazowych, stałych i ciekłych.

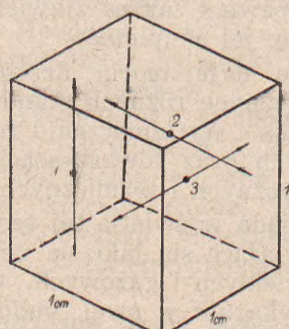
Stan gazowy materii rozpatrzmy najpierw jako najlepiej nadający się tutaj do badań, który też najbardziej przysłużył się do powstania teorii drobinowo-kinetycznej przez swoje właściwości występowania w nim, podobnie zresztą jak i w cieczach zjawiska

dyfuzji, oraz wyraźnych zmian, zachodzących pod wpływem ciśnienia i temperatury.

Jeżeli rozważać gaz w fazie rozrzedzonej, to można przyjąć iż nie ma tam prawie żadnych sił wzajemnego przyciągania pomiędzy oddzielnymi molekułami, a objętość ich w porównaniu z pojemnością wolnych przestrzeni, w których one poruszać się mogą zupełnie swobodnie, jest bardzo mała. Własności gazu w tych jak najbardziej uproszczonych warunkach posłużyły właśnie za podstawę do rozwinięcia całej teorii molekularnej materii. Jako zaś wnioski z niej wysnute dają się łatwo wyjaśnić warunki ściśliwości gazów, ich skraplania, istnienia temperatury krytycznej, a także przewidzieć inne ich właściwości.

Zamknijmy jakikolwiek gaz w stałej temperaturze 0°C i pod ciśnieniem jednej atmosfery w naczyniu sześciennym o pojemności 1 cm^3. Na każdą ścianę tego naczynia, o powierzchni równej 1 cm^2, gaz wywiera jednakowe ciśnienie, pochodzące od bezustannych, niezmiernie szybko następujących jedno po drugim, uderzeń poszczególnych molekuł gazu, które są w ruchu. Ruch ten odbywa się we wszystkich kierunkach.

Weźmiemy pod uwagę kierunek prostopadły do ścian naczynia i przyjmiemy, że w kierunku tym molekuły gazu nie podlegają w swym ruchu zderzeniom. Sam ruch cząstek gazowych będziemy uważali za prostolinijny i jednostajny, nie ulegający w danej temperaturze żadnej zmianie, posiadający pewną szybkość u = Const. Na rysunku niżej przedstawiony jest schematycznie obraz uderzeń molekuł gazowych o ściany kubika.



Rys. 1. Schemat uderzeń molekuł o ściany kubika

W tak określonych warunkach co trzecia molekuła całej masy gazu, jak pokazano na rys. 1, będzie poruszała się w innym z trzech kierunków prostopadłych, uderzając w ściany z pewną siłą, zależną od masy i szybkości drobiny. Siła ta, przy założeniu że molekuła jest doskonale sprężystą kuleczką, wyrazi się różnicą jednakowych co do swej bezwzględnej wartości, lecz różnych znaków ilości ruchu

przed i po uderzeniu i będzie wynosiła: $s = mu\ (—mu) = 2mu$.

Oznaczając ilość molekuł zamkniętego gazu literą n otrzymamy, iż w każdym momencie na jedną ścianę naczynia przypadnie (od $1/3$ ich liczby), przy szybkości jednostkowej i uwzględnieniu odbicia na przeciwległą ścianę $1/6\ n$ uderzeń, przy prędkości zaś u — $1/6\ n.\ u$ uderzeń. A zatem zsumowana siła z jaką wszystkie cząsteczki uderzają na każdą ścianę jednocentymetrowego sześcianu, przedstawiająca ciśnienie gazu p, wyniesie: $p = 2mu.\ 1/6\ nu = 1/3 nmu^2$.

Z powyższego równania widać, iż ciśnienie gazu jest proporcjonalne do ilości molekuł w danej objętości gazu, masy każdej z nich i kwadratu ich szybkości.

Pierwsza z tych proporcjonalności udowania właśnie prawo Boyle—Mariotte'a. Jeśli bowiem ciśnienie gazu jest proporcjonalne do ilości jego cząsteczek w danej objętości, to zmniejszenie lub zwiększenie tej objętości, musi tylokrotnie zmniejszyć albo zwiększyć również i ciśnienie.

Natomiast w przypadku dużego zagęszczenia gazu ściśliwość jego wyłamuje się spod pierwszego prawa gazowego, stając się początkowo większą, a następnie mniejszą, niż tego wymaga prawo Boyle—Mariotte'a ($p.\ v$ = Const., gdzie p oznacza ciśnienie, v — objętość).

Prędkość ruchu molekuł u przyjęliśmy za stałą w danej, niezmiennej temperaturze. Jednak doświadczenia, poczynione przed trzydziestu laty wykazały, że szybkość tę można uważać tylko za średnią, gdyż istnieją w gazie w każdej chwili molekuły o znacznie większej, a także o mniejszej prędkości. Średnia zatem szybkość ruchu molekuł gazowych, na zasadzie wyprowadzonego wyżej równania na ciśnienie, uzyskuje wielkość następującą:

$$u^2 = \frac{3p}{nm} \text{ czyli: } u = \sqrt{\frac{3p}{nm}}$$

We wzorze tym iloczyn $n.\ m$ wyraża łączną masę wszystkich molekuł gazowych zawartych w rozpatrywanym 1 cm^3, która odpowiada cyfrowo ciężarowi 1 cm^3 gazu, a więc w warunkach normalnych jego ciężarowi właściwemu: $c = n.\ m$.

W normalnych przeto warunkach (temperatura 0°C i ciśnienie jednej atmosfery) wzór przybiera taką postać:

$$u = \sqrt{\frac{3p}{c}}$$

Okazuje się, że przy zastosowaniu tego wzoru średnia szybkość molekuł najlżejszego gazu wodoru jest dokładnie cztery razy większa od średniej szybkości molekuł gazowych najpospolitszego pierwiastka tlenu.

Przy zmianie warunków normalnych, po podgrzaniu kubika i doprowadzeniu ciepła do zamkniętej w nim masy gazu wzrośnie jego ciśnienie p i temperatura T.

Ponieważ wzrost ciśnienia gazu może być spowodowany tylko zmianą szybkości jego molekuł, gdyż ani liczba ani masa pojedynczych molekuł nie rozkładającego się gazu, nie może tu ulec zmianie, w nowych więc warunkach szybkość molekuł u sprowadza zmianę ich energii kinetycznej, która wyraża się zależnością:

$$E = \frac{1}{2} m. n^2$$

Wprowadźmy tę zależność do wzoru na ciśnienie, otrzymamy

wówczas: $$p = \frac{1}{2} nmu^2 = \frac{2}{3} n \frac{1}{2} mu^2 = \frac{2}{3} n \cdot E$$

czyli: $$p_t = \frac{2}{3} n E_t = kE_t$$

Tak więc zmiana ciśnienia z temperaturą jest proporcjonalna do energii kinetycznej molekuł zamkniętego gazu.

Równanie $p_t = kE_t$ przypomina wzór drugiego prawa gazowego Gay—Lussac'a, mianowicie $p_t = k. T.$

Z porównania obu tych wzorów wypływa wniosek, iż energia kinetyczna i temperatura bezwzględna T są wielkościami wprost proporcjonalnymi względem siebie.

Przy $T = 0$ wypada więc i $p = 0$, czyli w temperaturze absolutnego zera panować musi zanik wszelkiego ruchu molekuł, to znaczy zupełny bezruch wewnątrz materii, a więc jej niejako martwota.

Stąd wynika, że ciepło przedstawia energię kinetyczną wewnętrznego ruchu postępowego poszczególnych molekuł materii.

W substancjach gazowych więc ujętych w ściany zbiornika rój molekuł i atomów pędzi chaotycznie w różnych kierunkach, zderzając się ustawicznie z innymi molekułami i uderzając nieustannie o ściany zbiornika. Wzajemne siły, zarówno przyciągania jak i odpychania, są w takich zbiorowiskach gazowych stosunkowo słabe. Szybkość zaś poszczególnych molekuł zależy przede wszystkim od temperatury bezwzględnej danego gazu.

W ciałach stałych molekuły zadowalają się jedynie drganiami dokoła swego położenia, gdyż wielka ich bliskość wzajemna krępuje hamująco wszelką dążność do swobodnego poruszania się cząsteczek.

Ciała stałe mają kształt własny oraz zdolność odtwarzania jego formy zmienionej działaniem zewnętrznych sił odkształcających. Tę elastyczność zawdzięczają one działaniu pomiędzy oddzielnymi molekułami znacznych sił przyciągania, które w normalnych warunkach nie dozwalają na większe przesunięcia drobin.

Odkształcenia ciał stałych wywołują podniesienie się ich temperatury. Powodują więc wzmożenie energii kinetycznej molekuł i powiększenie częstości ich drgań, których to czynników napięcie

w pewnej temperaturze może pokonać siły przyciągania i spowodować ogólne rozluźnienie molekuł ciała przeistaczając je w temperaturę topnienia ze stałego w ciekłe.

Na pokonanie sił wzajemnego przyciągania się poszczególnych molekuł idzie całe zużyte podczas procesu topnienia ciała ciepło, które nie podnosi więc energii kinetycznej jego drobin. Wskutek tego temperatura ciała pozostaje niezmieniona, skąd pochodzi właśnie nazwa utajonego ciepła topnienia.

W substancjach ciekłych wskutek znacznie mniejszych niż w gazach, a zbliżonych do ciał stałych odległości między cząsteczkami cieczy, wzajemne ich oddziaływanie na siebie jest o wiele większe aniżeli w substancjach gazowych.

W fazie zaś stało-ciekłej, chociaż oddalenie pojedynczych molekuł, a przeto i siła ich wzajemnego przyciągania różnią się bardzo mało, to jednak w wykorzystaniu tej różnicy oraz wskutek zawartej w molekułach znacznie większej energii kinetycznej, pokonują one spójność i przechodzą z drgań w ruch o wielkich szybkościach, który, podobnie jak w gazach, odbywa się chaotycznie i we wszystkich kierunkach, z wymijaniem albo roztrącaniem się poszczególnych drobin.

Przy mieszaniu się, zwłaszcza większych mas cieczy a także i gazów, występują dodatkowe ruchy przesuwania się jednych warstw cieczy po drugich oraz tarcie między nimi, które nosi miano lepkości. Ta lepkość właśnie wymaga użycia pewnej siły do jej pokonania w czasie mieszania.

Teoria molekularna prowadzi też do wyjaśnienia procesów powstawania ciśnienia i napięcia powierzchniowego oraz parowania i wrzenia cieczy. Szczególne te właściwości wolnej powierzchni cieczy omówimy tu pokrótce na zakończenie.

Przyciąganie molekuł otaczających daną drobinę cieczy ma zasięg ograniczony do pewnej tylko przestrzeni kulistej o znikomym promieniu $r=10^{-7}$ cm i dla wewnętrznej cząstki cieczy, jako ze wszystkich stron jednakowe, znosi się, wskutek czego molekuły jej, jak już mówiliśmy, mogą poruszać się swobodnie. Dla zewnętrznej natomiast cząstki powierzchniowej oddziaływanie jej na siły przyciągania pochodzi z jednej tylko dolnej sfery półkuli, jest więc jednostronne, nie znoszące się, i skierowane na dół do wnętrza cieczy, stanowiąc tak zwane ciśnienie powierzchniowe.

Ciśnienie powierzchniowe dąży do wciągnięcia molekuły z powierzchni w głąb cieczy, czyli nadania jej najdogodniejszej do tego powierzchni wolnej — kulistej. Jest to zarazem najmniejsza powierzchnia dla danej objętości i jeśli nie ma sił zewnętrznych, które by temu przeciwdziałały, ciecz zawsze przyjmie postać kulistą. Potwierdzają to spostrzeżenia wolno spadających kropelek cieczy właśnie w postaci kuleczek. Na powierzchni takiej kuleczki kroplistej, podobnie jak nadętego balonu, wytwarza się siła napięcia powłoki, zwana napięciem powierzchniowym.

Siła napięcia powierzchniowego zależy od promienia zasięgu oddziaływania zewnętrznych molekuł cieczy i dla rozmaitych ich gatunków jest różna — największa dla rtęci, a po tym wody przed innymi cieczami, pozostającymi znacznie w tyle.

Powierzchnia cieczy wydziela zwykle z siebie parę w postaci molekuł, niejako wyskakujących z wnętrza cieczy.

Przebieg tego zjawiska jest następujący. Wszystkie cząsteczki cieczy posuwające się w kierunku jej powierzchni, napotykają w swym biegu końcowym przeciwdziałające siły ciśnienia powierzchniowego. Jeżeli energia kinetyczna danej molekuły nie wystarczy do pokonania tej siły, molekuła ta nie będzie w stanie wyskoczyć i ruch jej zostanie wstrzymany na powierzchni. Pojedyncze jednak drobiny obdarzone większymi szybkościami niż szybkość średnia mogą osiągnąć energię dostateczną na wydostanie się na zewnątrz i przejść do formy innej — gazowej.

Nagrzana ciecz paruje szybciej, ze wzrostem bowiem temperatury średnia prędkość molekuł a także i ich ilość o wyższej niż średnia szybkości staje się większa. Molekuły cieczy po przejściu w fazę gazową znajdą się tam w stanie większego rozrzedzenia i działanie sił przyciągających znacznie zmaleje, a nawet ustanie. Wobec jednakowej temperatury cieczy i pary, cząstki tej ostatniej wykonują teraz ruchy zygzakowate z tą samą szybkością średnią i tylko średnia droga pomiędzy dwoma zderzeniami molekuły z innymi drobinami, czyli tak zwana droga wolna, jest tutaj o wiele dłuższa. Długość tej drogi w warunkach normalnych wynosi na przykład dla wodoru $1,1.10^{-5}$ cm, dla powietrza — $0,6.10^{-5}$ cm.

Para wytwarzająca się w naczyniu zamkniętym lub o słabym ujściu wywiera na jego ściany oczywiście pewne ciśnienie, które w zetknięciu się z powierzchnią swobodną cieczy łącznie z siłą przyciągania przez jej molekuły powoduje wciągnięcie cząstek pary obdarzonych najmniejszą szybkością z powrotem do cieczy w formie kondensacji. Kondensację ułatwia więc fakt, że wyskakujące molekuły cieczy pokonując siłę przyciągania warstwy powierzchniowej, tracą sporo swej energii kinetycznej, co powoduje obniżenie temperatury — nieodłącznego objawu parowania, wskutek zużycia przez ciecz parującą tak zwanego ciepła parowania. Jest ono przeważnie, a nieraz w dużym stopniu znaczniejsze, niż ciepło topnienia.

Śladem obniżenia temperatury idzie zmniejszenie się szybkości molekuł wyparowanych, które przez to ulegają łatwiej wtórnemu zjawisku kondensacji. Na powierzchni cieczy parującej odbywa się więc ustawiczna wymiana zjawisk — to odparowywania, to kondensacji. Odparowywanie ustaje, gdy w przestrzeni gazowej wystąpi takie zagęszczenie pary, że ilości molekuł oddawanych przez powierzchnię cieczy i wciąganych do niej w jednostce czasu zrównają się. Wówczas bowiem para osiąga fazę nasycenia i następuje stan

tak zwanej równowagi kinetycznej, który nie jest wszakże stanem spokoju, gdyż wyrównują się wtedy tylko szybkości obu procesów wtórnych — parowania i kondensacji.

W odróżnieniu od powyższego parowania powierzchniowego, parowanie podczas wrzenia jest następstwem uwalniania się tworzących się wewnątrz cieczy pęcherzyków gazowych. Formują się więc w cieczy wolne przestrzenie, które wypełnia jej para nasycona. Prężność tej pary przewyższa sumaryczną siłę trzech ciśnień: powierzchniowego, hydrostatycznego i atmosferycznego, gdyż taką właśnie siłę przy wyzwalaniu się para pęcherzyków musi pokonać.

Oznaczanie ciężaru molekularnego ciał

Ciężar molekularny należy do główniejszych tematów fizyko-chemii atomowej.

Spośród wielu metod oznaczania ciężaru molekularnego ciał najdokładniejsze wyniki uzyskuje się przy sposobach odnoszących się do ich stanu gazowego. Ponieważ jednak nie wszystkie ciała złożone dają się przemienić w fazę gazu, zamienia się je wtedy w fazę roztworu. Omówimy tutaj przeto najpierw ciała gazowe, po tym roztworzone i wreszcie oddzielnie w obu tych fazach — ciała pierwiastkowe.

a. Ciała gazowe

Przy substancjach gazowych stosuje się dla oznaczenia ciężaru molekularnego sposoby oparte na pojęciu gramodrobiny oraz na wnioskach, wynikających z reguły Avogadra i sprowadzających się do pomiaru albo ciężaru właściwego gazów, albo ich gęstości względem wodoru lub powietrza.

Zasada Avogadra zezwala na wyznaczenie ciężarów molekularnych dla wszystkich tych ciał, które w zwykłych warunkach są gazami lub też przeprowadzić się dają łatwo w stan pary, a pośrednio również i w ciężary atomowe dla takich samych ciał prostych, jeżeli wiadome jest z ilu atomów składa się molekuła danego pierwiastka chemicznego.

Na podstawie wyprowadzonego z tej reguły wzoru względny ciężar molekularny dowolnego gazu albo pary równa się podwojonej gęstości tego gazu względem wodoru.

Gęstość zaś gazu względem wodoru przedstawia liczbę wyrażającą ile razy pewna objętość gazu jest cięższa od tej samej objętości wodoru znajdującego się pod tym samym ciśnieniem i w tej samej temperaturze. Gęstość tę będziemy oznaczać grecką literą δ (delta małe). Otrzymamy wówczas wzór:

$$M = 2\delta$$

Do wzoru tego dochodzimy z następującego rozumowania:

Ciężar jakiejkolwiek objętości dowolnego gazu zależy od bezwzględnego ciężaru każdej jego molekuły m oraz ilości molekuł n w tej objętości i wyraża się ich iloczynem, czyli $c = m \cdot n$.

Wydzielmy teraz 1 cm^3 gazu w warunkach normalnych, to jest w temperaturze 0°C i pod ciśnieniem 1 atm. Będziemy wtedy mieli do czynienia w tej objętości z ciężarem właściwym gazu c, który jest równy iloczynowi z ciężaru pojedynczej molekuły m przez ilość drobin zawartych w 1 cm^3, czyli liczbę Loschmidta l_1. A więc: $c = m \cdot l_1$.

Wpisując takie równania dla dwóch dowolnych gazów i dzieląc jedno przez drugie, otrzymamy:

$$c_1 = m_1 \cdot l_1 \qquad \frac{c_1}{c_2} = \frac{m_1}{m_2}$$
$$c_2 = m_2 \cdot l_1$$

W ostatniej zależności wyrażenia m_1 i m_2 oznaczają bezwzględne ciężary molekularne. Zastąpmy ich stosunek równym mu stosunkiem względnym ciężarów molekularnych: M_2 i M_1 i przyjmijmy, że pierwszym z gazów jest najlżejszy wodór, którego ciężar molekularny, jak wiemy, wynosi $M_{H2} = 2{,}016$, według praw bowiem Avogadra i Gay-Lussac'a molekuła wodoru składać się musi z dwóch atomów. Proporcja nasza przyjmie wtedy postać następującą:

$$\frac{c_H}{c_X} = \frac{2{,}016}{M_X} \text{ w przybliżeniu więc } M_X \cong 2 \frac{c_X}{c_H}$$

Stąd już mając dany ciężar właściwy wodoru $c_H = 0{,}00008987$ gr/cm^3 oraz jakiegokolwiek gazu, na przykład tlenu $c_0 = 0{,}001429$ gr/cm^3, łatwo wyznaczyć ciężar molekularny tego ostatniego, którego oznaczenie sprowadza się do pomiaru ciężaru właściwego substancji.

Jednak zgodnie z przytoczonym wyżej określeniem gęstości względnej, stosunek ciężaru właściwego gazu do ciężaru właściwego wodoru przedstawia gęstość tego gazu, będącego w temperaturze 0°C i pod ciśnieniem 760 mm słupa rtęci, (1 atm.) względem wodoru w tych samych warunkach normalnych δ. Gęstość ta wyraża jednocześnie stosunek ciężarów molekularnych badanego gazu i wodoru, gdyż według reguły Avogadry w tych jednakowych objętościach obu porównywanych gazów znajduje się taka sama ilość molekuł. Tak więc:

$$\delta = \frac{M_X}{M_H}, \text{ a ostatecznie: } M_H = 2{,}016\ \delta \text{ – w zaokrągleniu } M_X = 2\ \delta$$

Zamiast tedy wykonywać pomiary ciężarów właściwych czyli bezwzględnych ciężarów 1 cm^3 ciał w stanie gazowym, można prościej oznaczać ich gęstość δ

Zwykle określa się gęstość gazu nie względem wodoru, lecz względem powietrza, którą oznacza się grecką literą Δ (delta duże), a ponieważ gęstość powietrza względem wodoru jest wyznaczona dokładnie i wynosi 14,38, przeto stosunek gęstości gazu względem wodoru do gęstości gazu względem powietrza $\frac{\delta}{\Delta} = 14{,}38$, wzór zaś na ciężar molekularny przyjmie postać:

$$M = 2{,}016 \,.\, 14{,}38\, \Delta = 28{,}99\, \Delta$$

Wzory powyższe wykazują, iż oznaczanie ciężaru molekularnego nie wymaga uprzedniej znajomości składu chemicznego ciał i odnosi się zarówno do ciał prostych jak i złożonych, czyli do pierwiastków chemicznych oraz ich połączeń.

W przypadku pierwiastków wyznaczenie ciężaru molekularnego, jak już wspominaliśmy na początku, prowadzi bezpośrednio do obliczenia ich ciężaru atomowego a. Ponieważ molekuła większości ciał prostych w stanie gazowym składa się normalnie z dwóch atomów, przeto ich ciężar atomowy wynosi połowę ciężaru molekularnego, to jest: $A = \frac{1}{2} M$.

Łatwo też daje się obliczyć ciężar molekularny gazu przy zastosowaniu pojęcia gramodrobiny. Wystarczy mianowicie zważyć jakąkolwiek objętość dowolnego gazu, będącego w temperaturze 0°C i pod ciśnieniem normalnym 1 atm., a następnie obliczyć ile waży objętość równa 22,4 litra tego gazu w gramach, co po odrzuceniu miana wyznacza właśnie ciężar molekularny względny, bo określony względem wodoru, którego ciężar przyjęto za jednostkę.

W odniesieniu do wyprowadzonych wyżej wzorów stosuje się szereg metod pomiarowych.

Jedna z nich polega na pomiarze czasu wypływu z naczynia gazu badanego oraz powietrza lub wodoru.

Do przeprowadzenia pomiaru służyć może zwykła biureta gazowa, jakiej używa się do pokazania prawa Boyle-Mariotte'a. Do biurety wprowadza się w tych samych warunkach takie same objętości gazów: najpierw wodoru lub powietrza, a po tym gazu badanego zachowując tę samą różnicę początkową poziomów rtęci. Następnie na wylot biurety nakłada się nasadkę z blaszki metalowej o bardzo wąskim otworku dla umożliwienia wypływu gazu i mierzy się sekundomierzem dokładne czasy wypływu tej samej objętości każdego z obu gazów, co następuje gdy rtęć podniesie się za każdym razem do tej samej kreski.

Przy rozważaniu teorii molekularnej zobaczymy, że w jednakowych warunkach ciśnienia i temperatury szybkość poruszania się molekuł rozmaitych gazów jest różna i dla najlżejszego gazu wodoru jest średnio cztery razy większa niż dla tlenu.

Wyobraźmy sobie teraz dowolne cienkościenne naczynie z gazem i nakłujmy w jego ściance maleńki otworek. Wówczas szybkość poruszania się molekuł gazu pozostającego w stałej temperaturze i pod stałym ciśnieniem będzie miała wpływ decydujący na możliwość zjawienia się molekuły w otworku, a więc na wypływ przezeń gazu. Oznaczając średnią szybkość poruszania się molekuł gazu literą u znajdziemy, że jest ona odwrotnie proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z jego ciężaru właściwego albo molekularnego i wyraża się następującym wzorem:

$$u = \sqrt{\frac{3p}{c}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

A przeto dla dwóch porównawczych gazów otrzymamy:

$$\frac{u_1}{u_2} = \sqrt{\frac{c_2}{c_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

Oznaczywszy z kolei czas wypływu gazu literą t możemy wypisać powyższą zależność szybkości wypływu w funkcji czasu, a mianowicie: $\frac{u_1}{u_2} = \frac{t_2^2}{t_1^2}$

Podobnie więc zachodzi tutaj odwrotna proporcjonalność, gdyż przez otworek wypłynie pewna objętość gazu w czasie tym krótszym, im szybkość poruszania się jego molekuł będzie większa. Stąd:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{c_2}{c_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \text{albo} \quad \frac{u_1^2}{u_2^2} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \frac{c_2}{c_1}\,\frac{M_2}{M_1}$$

i ostatecznie: $\frac{c_1}{c_2} = \frac{t_1^2}{t_2^2}$

A zatem względne ciężary właściwe dwu gazów są wprost proporcjonalne do kwadratów czasu wypływu tej samej ich objętości w jednakowych warunkach ciśnienia i temperatury.

A ponieważ także $\frac{c_1}{c_2} = \frac{M_1}{M_2}$ więc gdy jeden z gazów jest wodorem, to stosunek $\frac{c_1}{c_2} = \frac{c_1}{c_H} = \delta$ i oznacza gęstość drugiego gazu względem wodoru, wielkość zaś potrzebną do obliczenia jego ciężaru molekularnego otrzyma się od razu jako:

$$M_H = 2{,}016\ \delta = 28{,}99\,\Delta$$

SYLWETKI PRZODOWNIKóW WYSZKOLENIA

Oficer **Roman Maślak** jest synem robotnika. Przyczynił się do podniesienia poziomu dyscypliny w pododdziale, udziela konkretnej pomocy słabszym. Prowadzi polityczne zajęcia grupowe. Zmobilizował pododdział do wykonania pomocy naukowych w postaci schematów i wykresów. Sam wzorowo przygotowuje się do zajęć, opracowując obszerne konspekty z dziedziny fachowej. Cechuje go wysokie poczucie troski i odpowiedzialności za powierzony mu sprzęt.





Podoficer **Sylwester Skowroński** pochodzi z rodziny robotniczej. Jego młodzieńczym jeszcze pragnieniem było poświęcić się służbie w marynarce. Stało się to możliwe dzięki Władzy Ludowej, która przed setkami synów robotników i chłopów otworzyła drogi do zdobycia awansu społecznego i wyboru zawodu zgodnie z posiadanymi zdolnościami. Podoficer Skowroński wstąpił do Ludowej Marynarki Wojennej w 1945 r., przechodząc kolejne przeszkolenie w Kadrze Mar. Woj.

Dziś może się poszczycić mianem wzorowego podoficera - instruktora i wykładowcy. Jest on również radiotelegrafistą I klasy. Odznacza się dużym talentem organizatorskim.

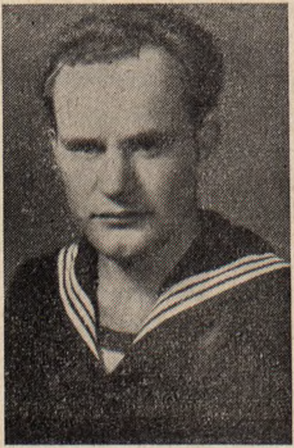


St. marynarz **Zdzisław Jerzak** syn robotnika rolnego. Do Ludowej Marynarki Wojennej wstąpił ochotniczo, przez cały czas trwania służby przoduje w wyszkoleniu politycznym i w swej specjalności radiotelegrafisty.

Przykładem swym zachęca do pracy innych, chętnie również pomaga w szkoleniu takim kolegom jak mar. Lewandowski i mar. Samorodny. Ma duże zdolności instruktorskie, co uwidacznia się w prowadzeniu zajęć z aparatoznawstwa. Chętnie też udziela się w pracy społecznej. Dużo pracuje nad udoskonaleniem urządzeń radiowych.



Podoficer **Bernard Palacz** syn robotnika kolejowego. Zajmuje odpowiedzialne stanowisko oficera sygnałowego, wywiązując się ze swych obowiązków bez zarzutu. Jako wzorowy wykładowca i instruktor osiągnął dobre wyniki w szkoleniu radiotelegrafistów, przyczyniając się w poważnej mierze do podniesienia poziomu politycznego i bojowego załóg Marynarki Wojennej.



Podoficer **Marian Kwaśkiewicz** jest synem biednego chłopa z Kielecczyzny W Marynarce Wojennej służy od 1947 r. Kursy specjalistów ukończył z pierwszą lokatą. Przydzielony na jednostki pływające w dalszym ciągu pracuje nad sobą, podnosząc nieustannie kwalifikacje ideologiczne i fachowe. Jest b. dobrym instruktorem, pomaga w szkoleniu st. mar. Woźniakowi, Kołodziejowi, Kani i wielu innym. Jako członek ZMP bierze aktywny udział w pracy społecznej.

Podoficer **Jerzy Kręgielski** jest żołnierzem Ludowego Wojska Polskiego od 1944 r. Brał czynny udział w walkach I Armii z hitlerowskim najeźdźcą. Ranny w bitwie o Warszawę i odznaczony szeregiem medali wojskowych oraz brązowym Krzyżem Zasługi. Po zakończeniu wojny pozostaje w służbie wojskowej w stopniu kaprala. Początkowo pracuje w charakterze mechanika silników spalinowych, z biegiem czasu obejmuje odpowiedzialną funkcję kierownika działu, z której wywiązuje się wzorowo przekraczając co miesiąc nakreślone plany. Podoficer Kręgielski jest synem robotnika kolejowego, członka PZPR. Sam należy do ZMP i jest aktywnym członkiem tej organizacji.





Podoficer **Edward Jóźwik** członek PZPR, syn szlifierza pracującego w zakładach im. Ludwika Kępińskiego. W pracy fachowej wykazał socjalistyczny stosunek do pracy. Będąc racjonalizatorem cyklu t/t wykonał w ostatnim okresie następujące makiety: makietę klawiatury aparatu Bodo, makietę wibratora, makietę odbiornika i makietę rozdzielacza aparatu Bodo. Jest bardzo dobrym żołnierzem, zdyscyplinowanym. Świeci przykładem obowiązkowości, dzięki czemu potrafił wyrobić sobie autorytet wśród kolegów.

Podoficer **Aleksander Zaprzalski** pochodzi z rodziny małorolnego chłopa. Do odrodzonego WP wstąpił w 1945 r. Po ukończeniu szkoły podoficerskiej pracuje jako radiomechanik. Wiedzę zdobytą w szkole stale pogłębia i usilnie pracuje nad sobą. Jest aktywnym członkiem organizacji ZMP. Chętnie pomaga słabszym kolegom. Dzięki jego pomocy tacy żołnierze, jak st. szereg. Dudziec, st. szer. Rak, kpr. Krzysztoń nauczyli się dobrze obsługiwać aparaturę radiową. Podoficer Zaprzalski przoduje w znajomości radiostacji oraz w odbiorze słuchowym i nadawaniu.



WARUNKI OGŁASZANIA PRAC W „PRZEGLĄDZIE ŁĄCZNOŚCI"

1. Prace do druku należy przesyłać pod adresem: Redakcja „Przeglądu Łączności" — Szefostwo Wojsk Łączności, Warszawa 1, ul. Królewska 1.

2. Prace powinny być pisane na maszynie, z podwójnym odstępem między wierszami, na jednej stronie arkusza, z pozostawieniem z lewej strony 4 cm marginesu i wolnego miejsca nad tytułem na uwagi Redakcji. Praca musi być podpisana czytelnie imieniem i nazwiskiem autora z podaniem stopnia wojskowego i dokładnego adresu.

3. Dla uniknięcia znacznych zmian w korekcie prace powinny być starannie wykończone pod względem stylu i pisowni.

4. Redakcja przyjmuje prace dotychczas nigdzie nie drukowane. Praca przedstawiona Redakcji do czasu otrzymania ewentualnej odpowiedzi odmownej nie może być zgłaszana redakcji innego czasopisma. Przy tłumaczeniach musi być podane szczegółowo źródło i nazwisko właściwego autora.

5. Redakcja zastrzega sobie prawo czynienia wszelkich poprawek stylistycznych i skracania przyjętych do druku artykułów bez naruszenia jednak zawartej w nich zasadniczej myśli.

6. Honoraria autorskie wynoszą: za wiersz garmontu 45—60 gr, wiersz petitu o 25% więcej. W wyjątkowych wypadkach Redakcja podwyższa honorarium (prace wybitnej wartości).

7. Rysunki, plany i szkice załączone do prac są honorowane jak odpowiednia ilość stronic druku, w tym wypadku gdy wykonanie ich pozwala na bezpośrednie użycie ich do zdjęć na klisze. Rysunki wymagające przerysowania ich przez kreślarza są honorowane z potrąceniem kosztów pracy kreślarskiej. Szkice, ryciny, fotografie itp., nadesłane w postaci wycinków z czasopism lub przedrukowane, nie są honorowane. Rysunki powinny mieć wymiar co najmniej dwukrotnie większy w stosunku do wymiaru w tekście. To samo dotyczy liter i oznaczeń użytych do opisania rysunku. Rysunki muszą być wykonane czarnym tuszem na kalce.